

E3593

# MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA  
ORSZÁGOS KUTATÓFILM KÖZPONT

HU ISSN 0133-3704

1987.  
23. ÉVFOLYAM  
BUDAPEST

**42**





# MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA ORSZÁGOS KUTATÓFILM KÖZPONT

Budapest, XI. Szakasits Árpád u. 59-61. • Budapest, Pf. 58. 1502

Telex: 22-6936 akamu • Telefon: 662-366\*

## Szolgáltatásaink

### MŰSZERKÖLCSONZÉS

Műszerek kölcsönzése  
Kölcsönműszerek bemutatása, kezelési tanácsadás  
Kölcsönzött műszerek szállítása  
Műszerjavítás – karbantartás  
Lízing  
Kooperációs kölcsönzés

### SZERVIZSZOLGÁLTATÁS

Vevőszolgálati szerződések alapján külföldi cégek műszereinek üzembehelyezése, garanciális és garancián túli javítása, karbantartása, felújítása

### FILM ÉS VIDEO PROGRAM KÉSZÍTÉS

Nagysebességű és idősűrítő kutatófilmek  
Oktató és referencia programok  
Videotechnikai szolgáltatások  
Film- és video hangosítás  
Filmtechnikai eszközök kölcsönzése  
Filmanyagok mágnescsíkozása

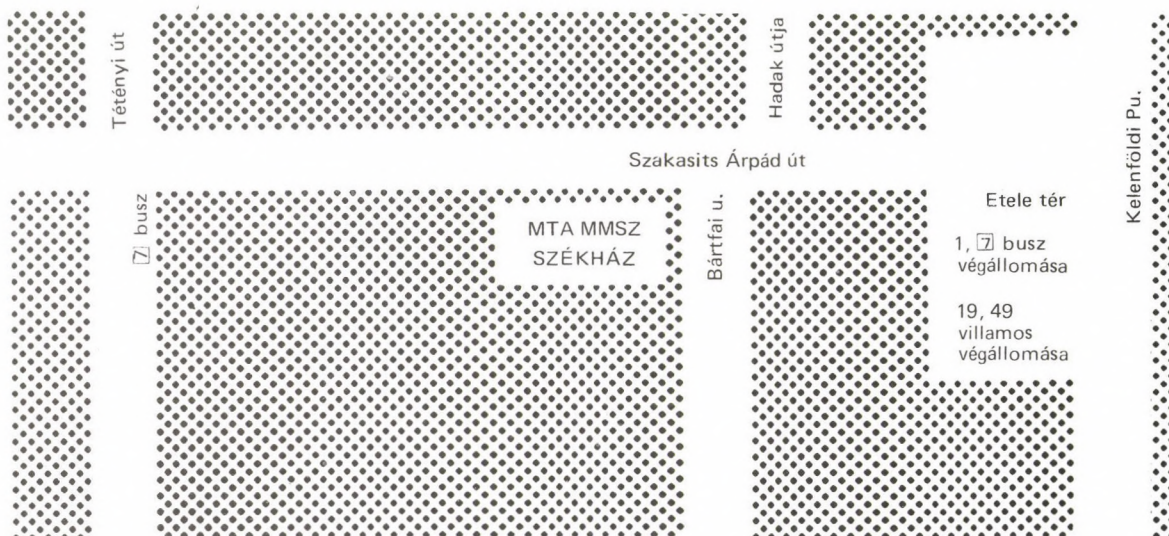
### FILMKÖLCSONZÉS

### MŰSZERTECHNIKAI SZOLGÁLTATÁS

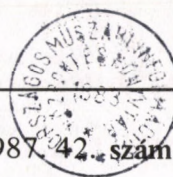
Speciális akusztikai vizsgálatok, zaj- és rezgésmérések  
Akusztikai, rezgéstechnikai kutatás, fejlesztés, tervezés és szaktanácsadás  
Hő- és infratechnikai mérések  
Mechanikai igénybevétel mérése nyúlásmérőbéllyeges módszerrel  
Villamos mennyiségek mérése és regisztrálása  
Egyedi és célműszerek építése  
Új mérési módszerek kidolgozása  
Jelelemzés, mérési adatok számítógépes feldolgozása  
8 és 16 bites mikroprocesszoros rendszerek fejlesztése  
Környezetvédelmi műszerek kifejlesztése és előállítás

### SZAKTANÁCSADÁS

Műszer- és mérés technikai tanácsadás  
Országos Műszernyilvántartás  
Műszaki Folyóirat és Könyvtár  
Műszerprospektustár  
Szabad Műszerkapacitás Adattár  
Országos Műszerszervíz-nyilvántartás







1987. 42. szám

**TARTALOM**

Szerkeszti:

*A Szerkesztőbizottság*

A Szerkesztőbizottság elnöke:

*Dr. Stokum Gyula*

Felelős szerkesztő:

*Bitsánszky Géza*

Operatív szerkesztő:

*Radnai Rudolf*

Technikai szerkesztő:

*Árkos Iván*

Lektorálta:

*Balla Éva, Györgyné Váraljai Irén,  
Hampel Antal, Kiss József, Kornis  
János, Pollák Katalin, Pomáziné  
Kiss Éva, Dr. Richter Péter,  
Dr. Szabó Árpád és Dr. Lukács  
Gyula*

E számunk szerzői:

*Dr. Csocsán László, Csont Tamás,  
Diószeghy Tamás, Görgényi László,  
Hajas László, Henk Károly,  
Dr. Illényi András, Kovács Attila,  
Kőfalvi Jenő, Radnai Rudolf*

Szerkesztőség:

*MTA Műszerügyi és  
Méréstechnikai Szolgálat  
Országos Kutatófilm Központ  
Budapest, XI.  
Szakasits Árpád út 59–61.  
Levélcím:  
Budapest, Pf. 58. 1502  
Telefon: 662-366*

Terjeszti:

*MTA MMSZ*

A kiadásért felel:

*Dr. Stokum Gyula*

Készült:

*Magyar Tudományos Akadémia  
Sokszorosító Üzemében,  
Budapest  
Felelős vezető:  
Dr. Héczey Lászlóné  
8717119*

**ÁLLOMÁNYBÓL TÖRÖLVE**  
Budapesti Műszaki és  
Gazdaságtudományi Egyetem  
Országos Műszaki Információs  
Központ és Könyvtár

Bemutatjuk az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálatának Szolgáltató-  
házát . . . . . 5

**Műszerfejlesztés**

*Diószeghy Tamás–Miklós András–Dr. Illényi András: Spektrometriai és  
alternatív fotoakusztikus mérések . . . . . 13*

**Műszerkölcsonzés**

*Hajas László–Kovács Attila: Üzemeltetési és szerviztapasztalataink (2.)  
A KEITHLEY gyártmányú digitális multiméterek . . . . . 23*

**Új irányok a műszer és méréstechnikában**

*Henk Károly: Korszerű digitális multiméterek . . . . . 29  
Kőfalvi Jenő: A hőcsepe spektroszkópia . . . . . 37  
Csont Tamás: ESPI: a lézer újfajta méréstechnikai alkalmazása . . . . . 45  
Radnai Rudolf: Méréstechnikai szoftvercsomagok személyi számítógépek-  
hez . . . . . 51*

**Szaktanácsadás**

*Kőfalvi Jenő: Válogatás az Országos Műszernyilvántartás nagyértékű mű-  
szerújdonzságaiból . . . . . 57*

**Külföldi műszerújdonzságok**

*Összeállította: Dr. Csocsán László–Csont Tamás–Kőfalvi Jenő . . . . . 58*

**Könyvismertetés**

*Összeállította: Radnai Rudolf–Kőfalvi Jenő . . . . . 62*

**Műszerkölcsonzés**

*Görgényi László: A kölcsönműszerpark szaporulata . . . . . 67*

Szolgálatunk életéből . . . . . 74



Представляется Дом обслуживания Службы приборов и измерительной техники Академии Наук.....	5
<b>Приборостроение</b>	
Т. Диосеги—А. Миклош—д-р А. Иллени: Спектрометрические и альтернативные фотоакустические измерения .....	13
<b>Измерительные приборы на прокат</b>	
Л. Хайаш—А. Ковач: Эксплуатационные и сервисные опыты (2). Цифровые многопредельные приборы производства «KEITHLEY».....	23
<b>Новые направления приборостроительной и измерительной техники</b>	
К. Хенк: Современные цифровые многопредельные приборы .....	29
Й. Кёфальви: Спектроскопия с термической линзой .....	37
Т. Чонт: ESPI — Новейшее применение лазера в измерительной технике .....	45
Р. Раднаи: Софтвер-пакеты измерительной техники к вычислительным машинам индивидуального использования .....	51
<b>Техническая консультация</b>	
Й. Кёфальви: Некоторые информации о дорогостоящих новинках Государственного списка измерительных приборов .....	57
<b>Новости зарубежного приборостроения</b>	
Составили: д-р Л. Чочан—Т. Чонт—Й. Кёфальви .....	58
<b>Сведения о книгах</b>	
Составили: Р. Раднаи—Й. Кёфальви .....	62
<b>Измерительные приборы на прокат</b>	
Л. Гёргени: Прибавление парка прокатных измерительных приборов .....	67
О жизни нашей службы .....	74

*Т. Диосеги—А. Миклош—д-р А. Иллени: Спектрометрические и альтернативные фотоакустические измерения*

Релаксационные, термодиффузионные и термоакустические процессы, последовавшие поглощению модулированного светового пучка приводят к образованию звуковых явлений. Обнаружение этих придаёт полезную информацию о вышеуказанных процессах. Разработка звукочастотных, ультразвукочастотных и фотоакустических измерительных систем делает возможным измерение мощности света и несколько оптических, термических и эластических характеристик пробы.

*Л. Хайаш—А. Ковач: Эксплуатационные и сервисные опыты (2). Цифровые многопредельные приборы производства*

В статье авторы — сотрудники сервиса фирмы KEITHLEY — представляют цифровые многопредельные приборы приборостроителя на основе наших эксплуатационных и сервисных опытов.

*К. Хенк: Современные цифровые многопредельные приборы*

Статья приводит обзор основных параметров современных цифровых многопредельных приборов, их конструкционных и контурных решений. Излагаются сервисные обслуживания, предоставляемые благодаря микропроцессорному управлению — обработку и накопление данных измерения, хронирования измерения —, возможности программирования, а также управление через интерфейс по ст. IEC 625 (IEEE — 488), обеспечивающее совместимость системы.

*Й. Кёфальви: Спектроскопия с термической линзой*

Статья описывает новый метод обнаружения вызванных лазерным лучом изменений в материале, как специальный случай взаимодействия между материалом и электромагнитным излучением. По-

сле изложения основного принципа представляются точки зрения приборостроения. Автор перечисляет ряд практических применений, особенно в области аналитической химии.

*Т. Чонт: ESPI — Новейшее применение лазера в измерительной технике*

В статье автор описывает принцип электронной интерферометрии изображения зерна и его применение для измерения деформации, как новейшую область применения лазеров в измерительной технике.

*Р. Раднаи: Софтвер-пакеты измерительной техники к вычислительным машинам индивидуального пользования*

Применение дешевых и высокомоощных вычислительных машин индивидуального пользования в измерительной технике облегчается рядом интегрированных софтвер-пакетов. Эти содержат модули, используемые для исполнения всевозможных задач, начиная от управления и сбора данных до их оценки. В статье пересматриваются самые известные системы.



Description about the new central building of the Instruments and Measuring Technique Service of the Hungarian Academy of Sciences . . . . .	5
<b>Instrument Development</b>	
<i>T. Diószeghy–A. Miklós–Dr. A. Illényi:</i> Spectrometric and alternative photoacoustic measurements . . . . .	13
<b>Instrument Hiring</b>	
<i>L. Hajas–A. Kovács:</i> Operating and servicing experiences (2.) „KEITHLEY” digital multimeters . . . . .	23
<b>New Tendencies in Measurement and Instruments</b>	
<i>K. Henk:</i> Advanced digital multimeters . . . . .	29
<i>J. Kőfalvi:</i> Thermal lens spectroscopy . . . . .	37
<i>T. Csont:</i> ESPI – a novel application of laser beams in the measuring technics . . . . .	45
<i>R. Radnai:</i> Software packages of measuring technical purpose, for personal computers . . . . .	51
<b>Consulting Service</b>	
<i>J. Kőfalvi:</i> Selection from the valuable novelties of the National Instrument Register . . . . .	57
<b>New Instruments Abroad</b>	
<i>Dr. Csocsán–T. Csont–J. Kőfalvi</i> . . . . .	58
<b>Book reviews</b>	
<i>R. Radnai–J. Kőfalvi</i> . . . . .	62
<b>New Instruments on Hire</b>	
<i>L. Görgényi:</i> . . . . .	67
Some Information about our Service . . . . .	74

**Tamás Diószeghy–András Miklós–András Illényi: Spectrometric and photoacoustic measurements**

The relaxation, thermic diffusion and thermoacoustic processes following the absorption of the modulated luminous beam result in formation of acoustic phenomena. By their detection useful information can be obtained on the above processes. In the possession of audiofrequency-, ultrasonic frequency- and impulse-excited photoacoustic measuring systems and special measurement evaluation methods, the luminous flux as well as some optic, thermic and elastic characteristics of the sample can be measured.

**László Hajas–Attila Kovács: Operating and servicing experiences (2.) „KEITHLEY” digital multimeters.**

Based on technical data and supplies, as well as on operating and servicing experiences, the authors – members of the KEITHLEY brand service – introduce the digital multimeters of the KEITHLEY instrument factory.

**Károly Henk: Advanced digital multimeters**

The article provides a comprehensive review about the main features, as well as the constructional and circuitual designs of some advanced digital multimeters. It describes the services connected with measuring data processing, data storing and measurement timing provided by microprocessor control, the possibilities of programming as well as the interface control (Standard IEC 625/IEEE-488) that ensures system compatibility.

**Jenő Kőfalvi: Thermal lens spectroscopy**

In the article a new detection method of the laser beam induced changes in materials, as a special case of the interaction between the material and the electromagnetic radiation, is detailed. Following the introduction, which outlines the principles, some aspects of the instrument

construction, then several practical applications, particularly the ones used in the analytic chemistry, are described.

**Tamás Csont: ESPI – A novel application of laser beams in the measuring technics**

The author outlines the principle of the electronic „grain picture” interferometry and its use in measuring of strain, which is the newest field of the application of laser beams in the measuring technique.

**Rudolf Radnai: Software packages of measuring technical purpose, for personal computers**

The use of the low-price and high performance personal computers in the measuring technique is facilitated by a number of integrated software packages. They contain modules that can be used for not only instrument control, data collection and evaluation but for several other purposes as well. In the article the best known systems are reviewed.



Presentamos la Casa de Suministros del Servicio de Instrumentos y Técnica de Medición de la Academia de Ciencias Hungara . . . . .	5
<b>Desarrollo de instrumentos</b>	
<i>Tamás Diószeghy—András Miklós—András Illényi: Mediciones espectrométricos y fotoacústicos alternativos . . . . .</i>	13
<b>Prestación de instrumentos</b>	
<i>László Hajas—Attila Kovács: Experiencias de explotación y servicio (2.) Multimetros digitales de tipo KEITHLEY . . . . .</i>	23
<b>Nuevas tendencias en las técnicas de medición</b>	
<i>Károly Henk: Multimetros digitales modernos . . . . .</i>	29
<i>Jenő Kőfalvi: La espectroscopia de lente térmico . . . . .</i>	37
<i>Tamás Csont: ESPI: utilización nueva del laser en la técnica de medición . . . . .</i>	45
<i>Rudolf Radnai: Paquetes de software de medición para computadores personales . . . . .</i>	51
<b>Servicio de consultas profesionales</b>	
<i>Jenő Kőfalvi: Selección de las novedades valiosas del Registro de Instrumentos Nacional . . . . .</i>	57
<b>Novedades entre instrumentos extranjeros</b>	
<i>Selección: Dr. László Csocsán—Tamás Csont—Jenő Kőfalvi . . . . .</i>	58
<b>Panorama bibliográfico</b>	
<i>Selección: Rudolf Radnai—Jenő Kőfalvi . . . . .</i>	62
<b>Prestación de instrumentos</b>	
<i>László Görgényi: Incremento del parque instrumental para la prestación . . . . .</i>	67
<i>Sobre la vida de nuestro servicio . . . . .</i>	74

**Tamás Diószeghy—András Miklós—András Illényi: Mediciones espectrométricos y fotoacústicos alternativos**

Los procesos de relajación, difusión del calor y termoacústica, siguiendo la absorción de la haz de luces modulada, producen fenómenos acústicos. La percepción de éstos da informaciones útiles sobre los procesos. Elaborando sistemas de medición fotoacústicos, trabajando con excitación de frecuencias sónicas, ultrasónicas y de impulsos, y elaborando procesos especiales para analizar las mediciones, será posible medir la potencia de la luz y algunos cualidades del modelo ópticas, térmicas y elásticas.

**László Hajas—Attila Kovács: Experiencias de explotación y servicio (2.) Multimetros digitales de tipo KEITHLEY**

En el artículo los autores — quienes son colaboradores de la estación de servicio para los instrumentos de la marca KEITHLEY — propagan los multimetros digitales de esta fábrica, a base de los datos y prestaciones técnicos y las experiencias de explotación y servicio.

**Károly Henk: Multimetros digitales modernos**

El artículo revisa sobre las calidades principales de los multimetros digitales modernos, y los soluciones de la construcción y la electrónica. El propaga las prestaciones para el análisis de los datos de medición y las posibilidades para programar, cuales se originan del control con microprocesador, y hace conocer el control de interfez que es compatible con la sistema estandarizada IEC 625 (IEEE-488).

**Jenő Kőfalvi: La espectroscopia de lente térmico**

El artículo propaga un modo nuevo para detectar los transformaciones en el material, los que cause la laser. Esto es un caso especial de la influencia reciproca entre el material y las ondas electromagnéticas. Después de la introducción, que propaga el principio fundamental, se trata

de los puntos de vista para construir un instrumento. Por fin nosotros conocimos algunas aplicaciones prácticas, especialmente en la química analítica.

**Tamás Csont: ESPI: utilización nueva del laser en la técnica de medición**

En el artículo el autor hace conocer el principio de la interferometria de imagenes electrónicos de granos, y su aplicación para medir la deformación, que es un dominio nuevo de la aplicación del laser en la técnica de medición.

**Rudolf Radnai: Paquetes de software de medición para computadores personales**

Muchos paquetes de programas facilitan la aplicación de los computadores personales, que son económicos con gran potencia, en la técnica de medición. Estos tienen módulos para tareas diversos en el control de los instrumentos, la colección de los datos y el análisis. En el artículo revisamos los sistemas más conocidos.



# Bemutatjuk az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálatának Szolgáltatóházát

1986. év elején a Magyar Tudományos Akadémia Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat új szolgáltatóházba költözött. Annak idején a Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények erről már hírt adott, de egyben ígéretet tettünk arra is, hogy a szolgáltatóház ismertetésére a használat során szerzett tapasztalatok alapján vissza fogunk térni. Ígéretünket most teljesítjük.

## Általános jellemzők

Az épület a Budapest XI. kerület Szakasits Árpád u. 59–61. szám alatt található. Közvetlen szomszédságában van a Magyar Nemzeti Bank Pestmegyei Igazgatósága, a Si-contact Magyar-Nyugatnémet Vegyesvállalat, továbbá a Számítástechnikai Alkalmazási Vállalat, valamint a Fővárosi Számítástechnikai és Díjbeszedő Vállalat épülete. Kissé távolabb a Budapesti Művelődési Központ, valamint a Kelenföldi Városház Szolgáltatótömbje helyezkedik el. Így a Szolgálat jól illeszkedik a kelenföldi városközpontban kialakult, korszerű technikát, szolgáltatásokat képviselő centrumba.

A szolgáltatóház kisebb magaslapon álló, három- illetve ötszintes tömbje klasszikusan egyszerű, kétátriumos felépítésű (1. ábra). Az épület közepén levő bejárat tágas előcsarnokba vezet. Az ennek megfelelő előcsarnok az első és második emeleten ugyancsak megtalálható.

Az előcsarnoktól jobbra illetve balra egy-egy átriumos épületrészbe jutunk. Az átriumokat mindhárom szinten körbeölelő folyosók homlokzati feléről nyílnak a munkahelyeket, laboratóriumokat befogadó és a bevilágított-ság szempontjából nagyon kedvező arányú helyiségek. Az épület belsejében levő két átrium fedett, ezek közül az egyik 220 fős előadó és konferenciatermet foglal magába (2. ábra). Ez az épületben levő legnagyobb helyiség, amely gyakorlati okokból kettéosztható, így benne kü-

lönböző nagyságú rendezvényeket lehet lebonyolítani. A nagy előadóterem alatt, a földszinten gépkocsi tároló helyezkedik el, ahol kisebb javításokat is el lehet végezni a gépkocsikon.

Az épületnek a bejáratától jobbra eső részén található fedett átrium szintben három részre tagozódik. A legalsó szinten a fogadószinthez képest némileg mélyítetten helyezkedik el egy 40 fő befogadására alkalmas vetítőterem (3. ábra), a hangstúdió, és a videófelvételek készítésére alkalmas stúdió egység. E helyiségek felett, az első emeleten a Műszerkölcsonzési főosztály műszerraktára és a hozzá csatlakozó, kulturált körülményeket biztosító műszer átadótér, továbbá a Szolgálat központi anyagalkatrész raktárhelyiségei találhatók. A második emeleten, a raktárhelyiségek felett a Szervizképviselési főosztály konszignációs raktára, valamint a szervizlaboratóriumok egy része nyert elhelyezést.

Az épület negyedik és ötödik szintjén az épületgépszeti berendezések, fűtési, klíma és szellőző gépház találhatók.

A Szolgáltatnál folyó munka, de nem utolsósorban ügyfeleink szempontjából is mindenképpen meg kell említenünk itt az épület jó megközelíthetőségét. A jó parkolási lehetőség mellett lényeges, hogy műszer- és teherszállításkor a gépkocsikkal egy rámpán keresztül a földszinti fogadótérbe is közvetlenül el lehet jutni. Innen pedig egy nagyobb méretű, kombinált kialakítású személyteherszállító lifttel lehet a műszereket az első illetve a második emeletre felvinni.

Az épület egészének külső megjelenését és belső kialakítását, berendezését a szolid ízlés és a célszerűség jellemzi.

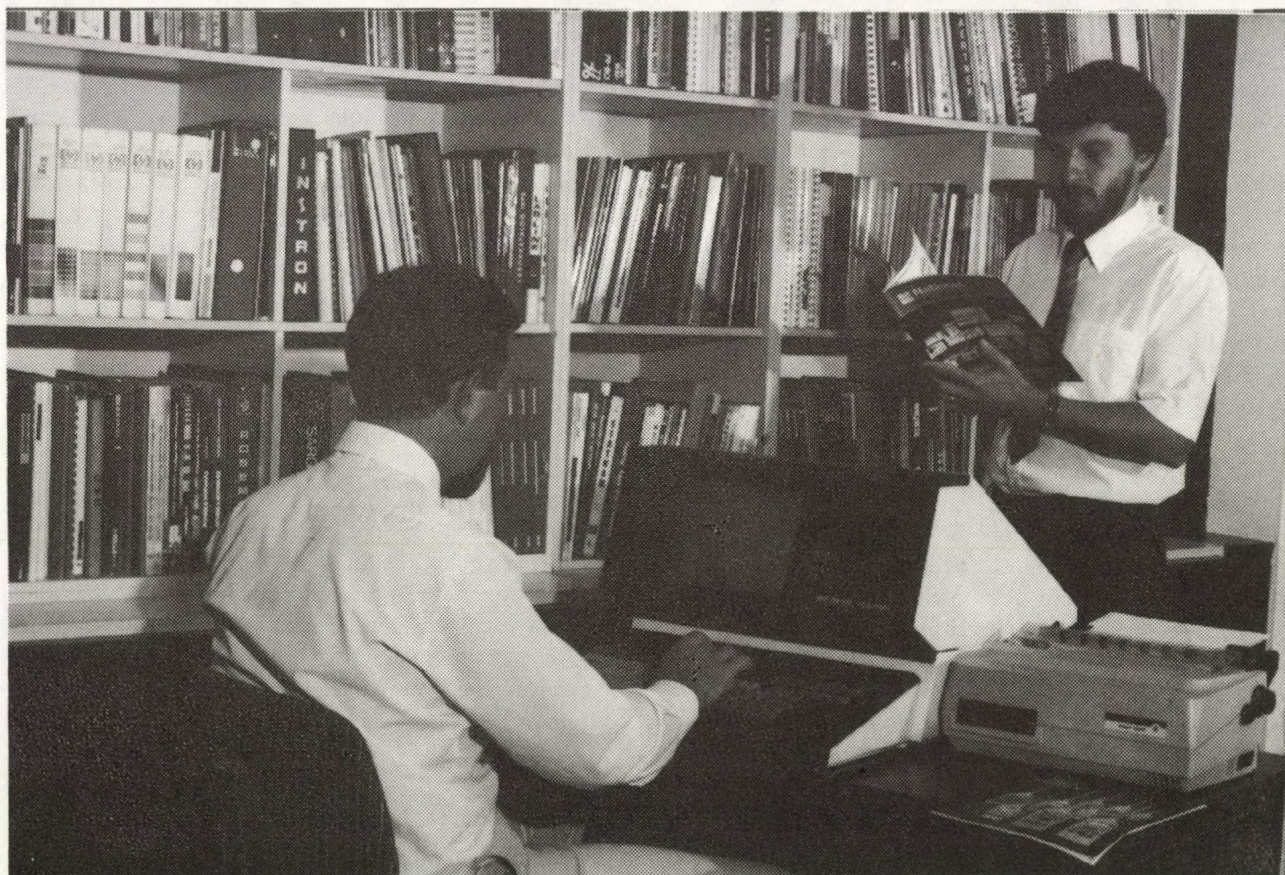
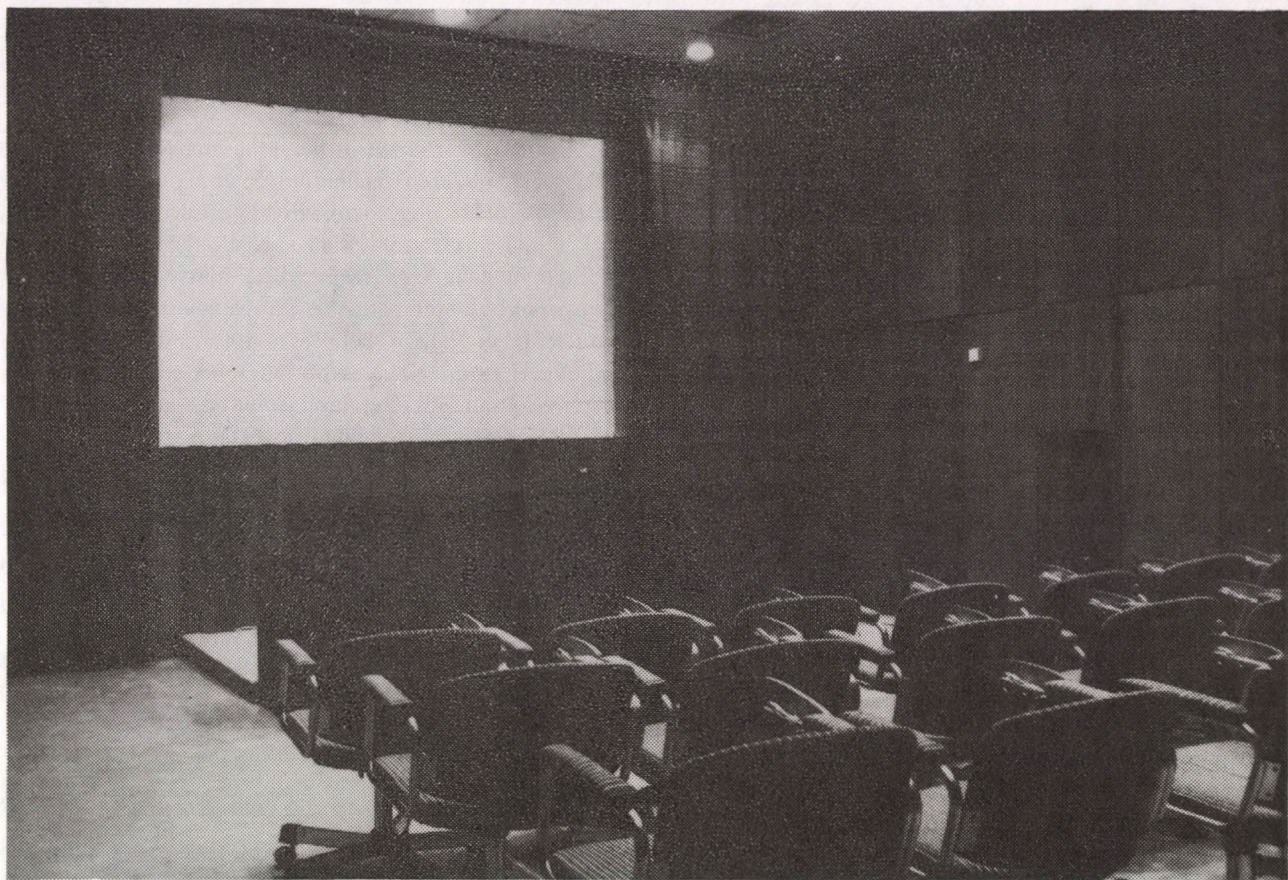
A Szolgáltatnál folyó egyes tevékenységek feltételeinek alakulását vizsgálva az egyéves használat során összegyűlt tapasztalatok alapján a következőket mondhatjuk.





1. ábra. A szolgáltatóház látképe a Szakasits Árpád út felől (fent)  
 2. ábra. Előadás a szolgáltatóház nagy konferenciatermében (lent)





3. ábra. A 40 személyes vetítőterem (fent)

4. ábra. Az Országos Műszernyilvántartás terminálja, prospektustári részlet (lent)



## Műszer- és mérés technikai szaktanácsadás

A műszer- és mérés technikai tanácsadás új helyiségei sokkal kedvezőbb feltételeket teremtettek az új épületben, mint amilyenek a korábbi, Lenin körüti elhelyezés esetén voltak (4. ábra). Annak idején gondot okozott, hogy tanácskérő ügyfeleink számára nem állt rendelkezésre megfelelő tárgyalóhelyiség, ami egyrészt az elmélyülést igénylő szakmai megbeszéléseket zavarta, másrészt pedig szaktanácsadó mérnökeink napi munkavégzését is akadályozta. Az új épületben megfelelő tárgyalóhelyiség áll ügyfeleink rendelkezésére.

Külön ki kell emelnünk a Prospektustár kedvező elhelyezését.

Az igen jó helykihasználást biztosító, guruló állványos polcrendszer megkönnyíti a prospektustári tájékozódást, a tárolt dokumentumokhoz való hozzáférést. Ennek jelentőségét akkor tudjuk megfelelően értékelni, ha tekintetbe vesszük, hogy jelenleg a Prospektustárban mintegy 3000 cég, kb. 100 000 gyártmányismertetője van elhelyezve.

Mindenképpen említésre méltó, hogy az Országos Műszernyilvántartás adatelőkészítési fázisa, amely nagy ügyfélforgalmat bonyolít le, külön helyiségbe került, és ezáltal elkerülhetők azok a nehézségek, amelyek a korábbi szűkös elrendezésből adódtak annak következtében, hogy a nagy ügyfélforgalom zavarta a műszer- és mérés technikai tanácsadási munkát.

Műszaki Könyvtárunk állományának elhelyezésére is lényegesen kedvezőbb feltételeket biztosítanak az új épületben rendelkezésre álló helyiségek. Itt is ki kell emelni a gazdaságos helykihasználást, és a jó tárolási lehetőségeket, a könnyű eligazodást. A könyvtári olvasóban a tényleges szükségletnek megfelelően kialakított olvasóhelyek állnak rendelkezésre. Kedvezőbbé váltak a könyvtári állomány védelmének a feltételei is. A napi használat során szükséges művek, a rendszeresen használt könyvtári anyag rész az olvasóban szabadpolcra került, míg az állomány zöme jól zárható raktárban található. Műszaki Könyvtárunk kultúrált kialakítása, elrendezése jó feltételeket biztosít ahhoz, hogy a könyvtár egyre inkább betöltse a műszer- és mérés technika országos gyűjteményének funkcióját.

Hasonlóképpen javultak a Felsőoktatási és Kutatófilm-tárunk elhelyezésének feltételei is, bár itt a filmek legkedvezőbb tárolási feltételeit biztosító klimatizálás még a jövő megoldandó feladatai közé tartozik.

## Műszerkölsönzés

A műszerkölsönzési tevékenységet illetően ugyancsak a korábbiakhoz képest sokkal tágasabb területet, jobb szakmai, műszaki feltételeket nyújtó munkahelyeket, de legfőképp a kölcsönműszerpark tárolására szolgáló raktárterület növekedését kell megemlítenünk.

Az új kölcsönműszer raktár lehetővé teszi, hogy a köl-

csönműszerállományt a jelenlegi, közel 400 millió Ft összértéket kitevő mennyiségen felül is bővíteni tudjuk, amit korábban a Lenin körüti épületben nem tudtunk volna megvalósítani.

A műszerek maximális helykihasználást biztosító rak-tári polcrendszeren találhatók (5. ábra). A polcrendszer közei akkorák, hogy azokban biztonságosan mozgathatók a műszerek szállítására szolgáló kézikocsik. Így a kombinált teher- és személylift, illetve a lift fogadó-szintjének elérését biztosító rámpa révén a kölcsönműszerek teljes házban belüli szállítása minimális fizikai munkával és a legkényesebb műszerek szempontjából is biztonságosan, jól átgondolt folyamat keretében történik. A kölcsönműszer raktárhoz átható-átvevő tér csatlakozik, ahol az átadás-átvétel során a kölcsönműszereket be lehet mutatni és ki lehet próbálni.

A műszerek javítását, karbantartását végző Műszerel-látási osztály számára jól felszerelt, megfelelő ergonómiai körülményeket biztosító műszerjavító laboratóriumok állnak rendelkezésre (6. ábra). Külön helyiség szolgál a műszerek javítást követő, illetve kölcsönzés előtti és utáni kalibrálására.

## Márkaszervizek

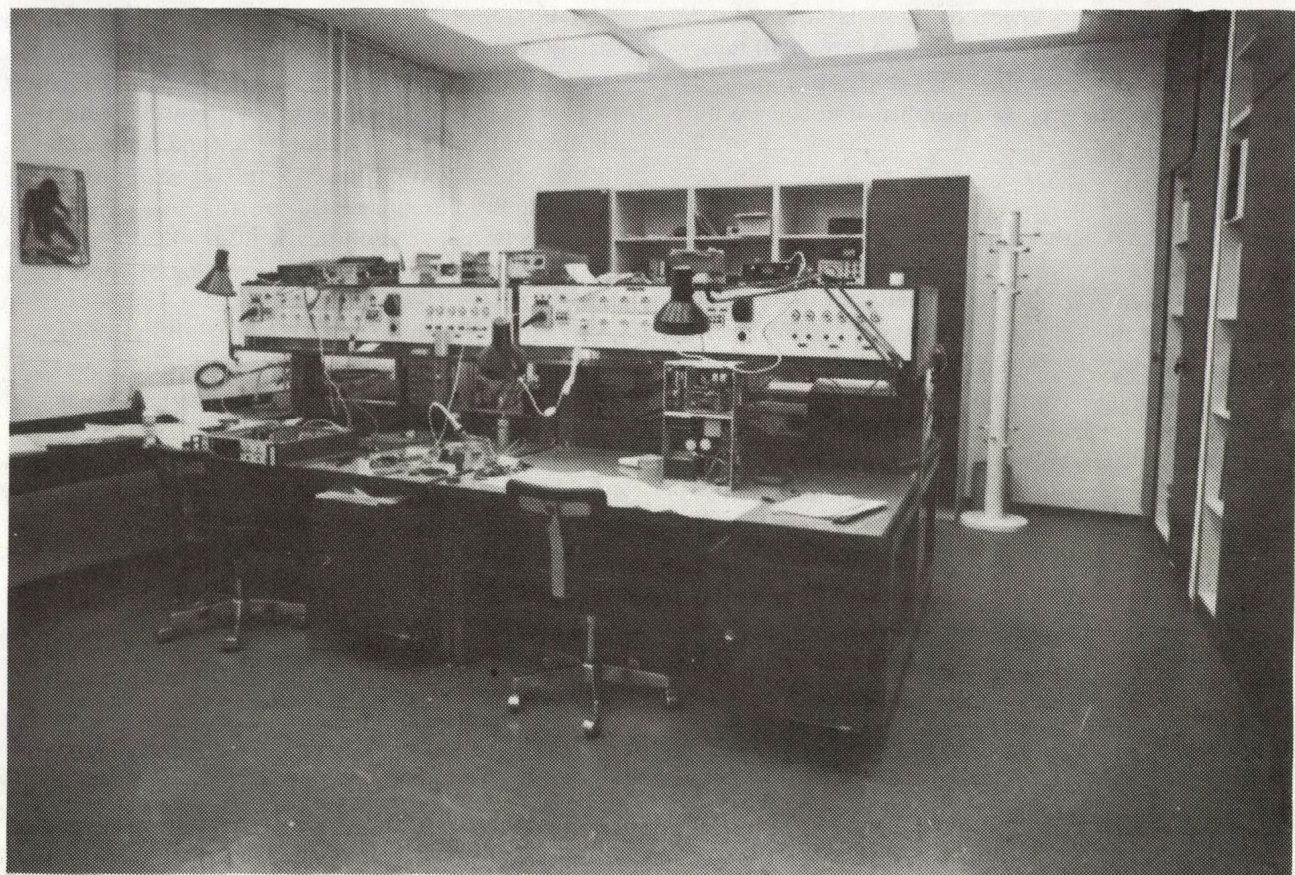
A Szervizképviseleti főosztály számára a szolgáltatóház hasonló előnyöket nyújt, mint amilyenekről a Műszerel-látási osztállyal kapcsolatban már említést tettünk. Tehát az új szolgáltatóházban a Szervizképviseleti főosztály által végzett műszerjavítás és karbantartás korszerűbb, ergonómiailag megfelelőbb munkahelyeken, jobb technikai adottságok között folyik, mint korábban (7. ábra). Meg kell jegyeznünk itt azt is, hogy a Szervizképviseleti főosztály laboratóriumainak egy része klímaberendezéssel van ellátva, ezekben történik az olyan műszerek javítása, amelyek klimatizált körülményeket igényelnek. A márkaszervizeink munkájának egyik legfontosabb fel-tételét biztosító konszignációs alkatrészraktár megfelelő nagyságú alapterületen helyezkedik el. Kialakítása során messzemenően figyelembe vettük az évtizedes gyakorlat során összegyűjtött tapasztalatokat.

A Szervizképviseleti főosztály számára is komoly elő-relépést jelent a szolgáltatóházban kialakított gépkocsi-tároló. Korábban gondot jelentett az, hogy a szervízmunkában elengedhetetlenül szükséges gépkocsi-parkunk éjszakai illetve hétvégi tárolása nem volt megfelelő. Abban az időben ugyanis kénytelenek voltunk a szabad ég alatt tárolni a gépkocsikat. A szolgáltatóházban a műszaki és vagyonvédelmi szempontból egyaránt megfelelő gépkocsi-tárolás biztosított.

## Műszerbemutatók, konferenciák szervezése

Ugyancsak a Szervizképviseleti főosztály szolgáltatásait, tevékenységét színesítik, bővítik a konferenciák megren-





5. ábra. A kölcsönműszer raktár (fent)

6. ábra. Műszerjavító laboratórium (lent)



dezésére alkalmas előadótermek, és az ezekhez kapcsolódó lehetőségek, szolgáltatások.

A műszerbemutatók, szakmai előadások, konferenciák szervezése két szempontból is igen előnyös. Egyrészt külföldi műszergyártó partnereink számára nyújt piaciismereti, piacszerzési és kapcsolatteremtési lehetőséget, másrészt pedig hazai szakembereink a legújabb, legkorszerűbb tudományos műszereket, a kutatás-fejlesztés területén alkalmazott egyéb berendezéseket működés közben ismerhetik meg, és személyes konzultációt folytathatnak a műszergyártók képviselőivel. A műszerbemutatók szervezése természetesen egyúttal devizahozó tevékenység is.

Nagy előadótermünkben előadások, film- és videoanyagok vetítése egyaránt lebonyolítható, de a helyiség kettéosztásával megfelelő körülményeket lehet teremteni olyan műszerbemutatók lebonyolítására is, ahol mód nyílik arra is, hogy a különböző berendezéseket működés közben lehessen bemutatni. Az előadótermet a több célú hasznosítás lehetőségének messzemenő figyelembevételével alakították ki, így pl. a világítás megoldása lehetővé teszi azt, hogy a film- és videovetítések szervesen beépíthetők legyenek az előadásokba illusztráció gyanánt, és írásvetítőt is a legmegfelelőbb módon lehessen alkalmazni.

Az előadóteremhez tágas előcsarnok csatlakozik, amely látogatóink egybehangzó véleménye szerint az előadóteremmel együtt barátságos, a műszaki tudományos rendezvények számára kívánatos atmoszférát biztosít.

Az előcsarnok a már eddig szerzett gyakorlati tapasztalatok szerint kiválóan alkalmas fogadások lebonyolítására, amelynek háttérét az épületben levő állandó büfé biztosítja.

### **Mérésszolgáltatás, műszerfejlesztés**

Az új szolgáltatóház elkészülése minden bizonnyal Műszertechnikai főosztályunk munkatársai számára jelentette a legkedvezőbb változást. Korábban a Lenin körüti helyiségek igen szerény körülményeit kellett elfogadni, mert az épület műemlék jellege miatt nem volt lehetőség a helyiségek megfelelő kialakítására. Most azonban ők is kultúrált, jó munkafeltételeket nyújtó laboratóriumokba kerültek.

A Műszertechnikai főosztályhoz tartozik szervezeti-  
leg a Szolgálatnak az az egyetlen egysége, amely a szolgáltatóház elkészültével nem kerülhetett az új épületbe. Ez pedig az Akusztikai Kutatólaboratórium, amely eddig is, és várhatóan a jövőben is a Budaörsi út 45. sz. alatti épületben működik. Ennek oka az, hogy az Akusztikai Kutatólaboratórium tevékenysége olyan speciális építészeti és egyéb műszaki megoldásokat igényel (süket- és zengőszoba), amelyek a Budaörsi úti épületben rendelkezésre állnak, az új szolgáltatóházban való kialakításuk viszont rendkívül költségigényes lett volna, és csak a Szolgálatnál folyó egyéb tevékenységek rovására lett volna megoldható.

### **Kutatófilmzés**

A korábbiakhoz képest a műszaki háttér, technikai felszereltség szempontjából minden kétséget kizáróan Kutatófilm osztályunk jutott a legkedvezőbb lehetőségek birtokába. Amíg korábban a széttagoltan elhelyezett osztály kénytelen volt megalkudni a nem a célnak megfelelően kialakított helyiségekkel és az ebből eredő szükség-megoldásokkal, az új épületben már a célnak és a feladatnak legmesszebbmenően megfelelő helyiségek állnak a kutatófilm tevékenység rendelkezésére. A legkorszerűbb elvek szerint megtervezett és kialakított, a legmodernebb eszközökkel felszerelt videostúdióunk új – videoteknikai – szolgáltatás bevezetését is lehetővé tette.

Ez a szolgáltatás a technikai fejlődésnek megfelelően kiegészíti eddigi kutatófilm szolgáltatásainkat. A két részből álló stúdióegység egyik felében, a felvételi helyiségben helyezkednek el a videokamerák, továbbá a megfelelő világítóberendezések, amelyek a legkorszerűbb videotechnikai eljárások alkalmazását teszik lehetővé. Az egység másik helyiségében a minőségi rögzítő és az utómunkálatokhoz szükséges egyéb berendezések találhatók (8. ábra). Ezek lehetőséget teremtenek arra is, hogy a stúdió felvételek mellett a külső helyszíneken felvett anyagot is itt dolgozzák fel.

Az új hangstúdió a régihez képest lényegesen nagyobb és így mód van arra is, hogy beszéd mellett zenei felvételeket is készítsünk.

A 40 személyes vetítőterem nem csupán a Kutatófilm osztály igényeit képes kielégíteni, hanem a nagy előadóteremmel együtt, azt mintegy kiegészítve a már említett műszerbemutatók, előadások, konferenciák céljaira is alkalmas. Mind a nagy előadóterem, mind pedig a 40 személyes vetítőterem kábeleken keresztül összeköttetésben áll a videostúdióval, így mód van arra, hogy a videostúdióban felvételt lehessen készíteni az előadótermekben zajló eseményekről, illetve a videostúdióból képet lehessen közvetíteni az előadótermekbe.

Az eltelt viszonylag rövid idő alatt a Kutatófilm osztály video- illetve hangstúdiója népszerűvé vált külső ügyfeleink körében is, akik szívesen veszik igénybe ezeket a helyiségeket, amikor a szolgálati feladatok ütemezéséből adódóan szabaddá válnak. A videostúdiót, hangstúdiót és a vetítőtermet különböző kiszolgáló helyiségek (vágószobák és egyéb technikai feladatok céljait szolgáló helyiségek) veszik körül, egészítik ki.

### **Kiegészítő tevékenységek**

Beszámolónk nem lenne teljes, ha nem ejtenénk szót az alaptévékenységeket kiszolgáló, azok háttérét biztosító szervezeti egységeinkről is, melyek elhelyezése a korábbiakhoz képest ugyancsak kedvezőbb körülmények között valósult meg az új szolgáltatóházban. Így minde-  
nek előtt az adminisztratív, pénzügyi feladatokat ellátó gazdasági egységek, valamint a Számítástechnikai központ elhelyezése és koncentrálása érdemel említést, de





7. ábra. Munkavégzés a szervizlaboratóriumban (fent)

8. ábra. A videostúdió keverőpultja (lent)



feltétlenül szót kell ejtenünk az Üzemeltetési osztály kedvezőbb lehetőségeiről is, annál is inkább, mert hiszen az új épület bonyolult és az alaptevékenységek feltételeit biztosító épületgépészeti berendezéseinek üzemeltetése a korábbiakhoz képest lényegesen nagyobb feladatot jelent.

Tevékenységeink számára az új szolgáltatóház által nyújtott feltételeket áttekintve mindenképp ki kell emelnünk a következőket:

A Szolgálat egységeinek Budapest különböző pontjain való szétszórtságát a szolgáltatóház birtokbavétele megszüntette, valamennyi szervezeti egység számára nagy könnyebbséget jelent az a tény, hogy az egész Szolgálat egy fedél alatt helyezkedik el. Sokat javult a szervezeti egységek közötti kommunikáció, az egymásnak nyújtott nap mint nap érvényesülő támogatás.

Gondjainkról is szót ejtve elsősorban az épület telefonellátottságának hiányos voltát kell megemlítenünk. A megfelelő számú városi vonal hiánya – figyelembe véve a Szolgálat nemzetgazdasági jelentőségét – korántsem

tekinthető másodrendű kérdésnek. Szolgálatunk mindent megtesz ennek az égető problémának a megoldására. Az épülettel kapcsolatos másik kedvezőtlen tapasztalat az, hogy az épület déli oldalán, főképp a harmadik szinten elhelyezkedő munkahelyeken dolgozók számára nagy megterhelést jelent a nyári – nem csupán kánikulai – időszakban uralkodó hőség. Keressük azokat a lehetőségeket, amelyek alkalmasak a munkatársak egy részét kellemetlenül érintő jelenségek megszüntetésére.

\* \* \*

Az elmúlt évben a szolgáltatóház használata során szerzett tapasztalatainkat, jót-rosszat összefoglalva egyértelműen állapíthatjuk meg, hogy az új épület nagyon sok előnyt biztosított a Szolgálat munkáját, lehetőségeit tekintve. Ezek az előnyök minden bizonnyal ügyfeleink, a magyar műszerügy és mérés technika igényeinek színvonalasabb kielégítését is szolgálják.



## Spektrometriai és alternatív fotoakusztikus mérések

DIÓSZEGHY TAMÁS—MIKLÓS ANDRÁS—DR. ILLÉNYI ANDRÁS:

*Modulált fénynyaláb elnyelődését követő relaxációs, hődiffúziós, és termoakusztikus folyamatok hangjelenségek keletkezéséhez vezetnek. Ezek detektálása a fenti folyamatokról hasznos információt nyújt. Hangfrekvenciás, ultrahang-frekvenciás, és impulzusgerjesztéssel működő fotoakusztikus mérőrendszerek és speciális mérésiértékelő eljárások kidolgozásával lehetővé válik a fénytelsítmény, és a minta néhány optikai, termikus és elasztikus jellemzőjének mérése.*

A modulált fénynyalábbal létrehozható hangjelenség, a fotoakusztikus hatás elsősorban a hasonló néven ismert spektroszkópiai módszer elterjedése révén keltette fel a figyelmet. [1,2] A fotoakusztikus spektrometriában az akusztikus jel amplitúdóját a gerjesztő fény hullámhosszána függvényében mérik: a kapott görbe, a fotoakusztikus spektrum néhány kísérleti feltétel teljesülése esetén a megfelelő optikai abszorpciós spektrummal azonosítható. [3] E módszerben tehát a hangkeltés első mozzanatára, a fényelnyelésre helyeződik a hangsúly.

A hangjelenség kialakulásában azonban az optikai gerjesztést követő relaxációs, hődiffúziós, és bonyolult termoakusztikus folyamatok is szerepet kapnak [1], ezért a fotoakusztikus jel magán viseli a minta mindazon jellegzetességeit, melyek a hangkeltés mechanizmusának bármely összetevőjére hatást gyakorolhatnak. A fotoakusztikus jelből tehát leszármaztatható többek között az optikai átmenetek élettartama [4] és kvantumhatásfoka [5], [6], a hődiffúziós állandó [7–9], a hangsebességek [10], a rugalmas állandók [10], és belső hibahelyek elhelyezkedése. [11] A fenti jellemzők mérése sok esetben sajátos, a fotoakusztikus spektrométerektől eltérő felépítésű mérőrendszerek kifejlesztését is megkívánja.

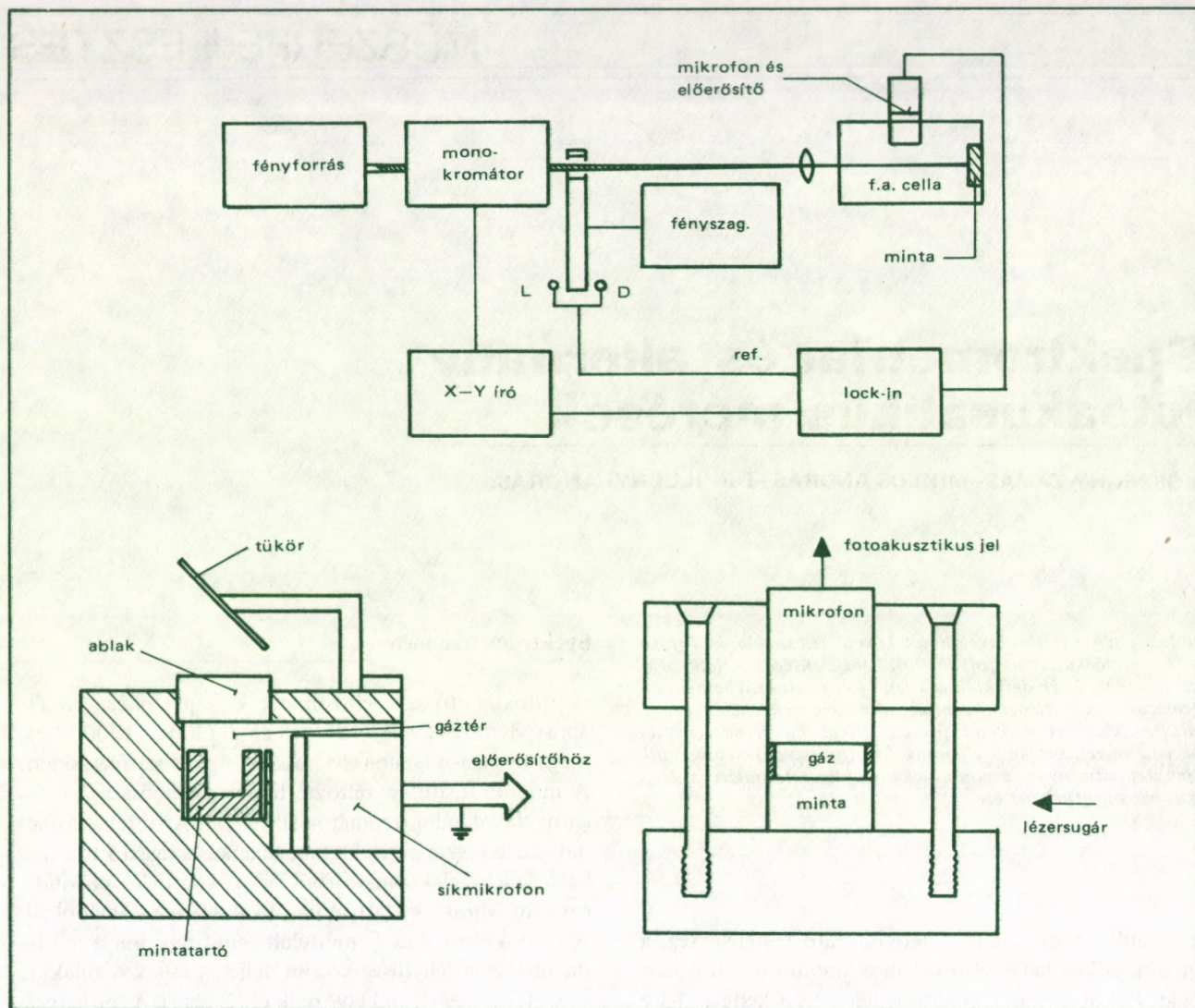
### Spektrometriai mérések

A fotoakusztikus spektrométerek alapkiépítésében (1. ábra) viszonylag nagy teljesítményű (300 ... 1000 W-os) magasnyomású xenon ívlámpa szolgál sugárforrásként. A monokromatikus, változtatható hullámhosszú sugárnyalábot monokromátor állítja elő. Az intenzitásmoduláció elvégzésére elektromechanikus szaggató használható, mely elektromotorból és a tengelyére erősített, egyenlő ívhosszak alatt nyílásokkal ellátott tárcsából áll. A monokromatikus és modulált fényt rávetítik a mintára, melyet a lehetőség szerint teljesen átlátszó ablakkal ellátott zárt cellában helyeznek el (2. ábra). A fotoakusztikus cellát gáznemű vagy folyékony minták általában egészen, a szilárd halmazállapotúak részben töltik ki; az utóbbi esetben a cella belső térfogatának fennmaradó részét optikai sugárzást el nem nyelő gáz (pl. levegő) foglalja el.

A gáz- vagy folyadéktérben keletkező nyomásváltozásokat a cellákban elhelyezett mikrofonnal, ill. hidrofonnal lehet detektálni. Mivel a fotoakusztikus hatás kicsiny energiaátalakítási tényezője miatt a detektorok kimenetén a jel/zaj viszony gyakorta kisebb egynél, a jelek kiemelését fázisérzékeny ún. lock-in analízátorral indokolt elvégezni. Az analízátor szinkronizálása a mérési frekvenciára a szaggatóra szerelt jeladóból származó referenciajellel történik. A fotoakusztikus jel hullámhosszfüggése a legegyszerűbben X–Y íróval rögzíthető.

Davidson és munkatársai gyapjúszövetek festésének azonosítását OAS 400 típusú fotoakusztikus spektrométerrel valósították meg. [12] Az EDT Research pszeudokétsugaras készülékében a fénynyaláb hullámhosszal változó relatív intenzitását piroelektromos detektorral mérik, és a fotoakusztikus jel fényintenzitás szerinti normálását aránymérő áramkör végzi el. [1] A fényvisszaverődés méréssel kapott spektrumok felbontása csak kor-





1. ábra. Egyszerű fotoakusztikus spektrométer blokk-sémája (fent)

2. ábra. Univerzális (a) és a hődiffúziós állandó méréséhez kifejlesztett (b) fotoakusztikus cellák vázlata [3,7] (lent)

rekciók figyelembe vételével közelítette meg a fotoakusztikusan mért abszorpciós sávok felbontását. A fotoakusztikus technika hátránya azonban, hogy az eredmények függtek a festékek felvitelének módjától.

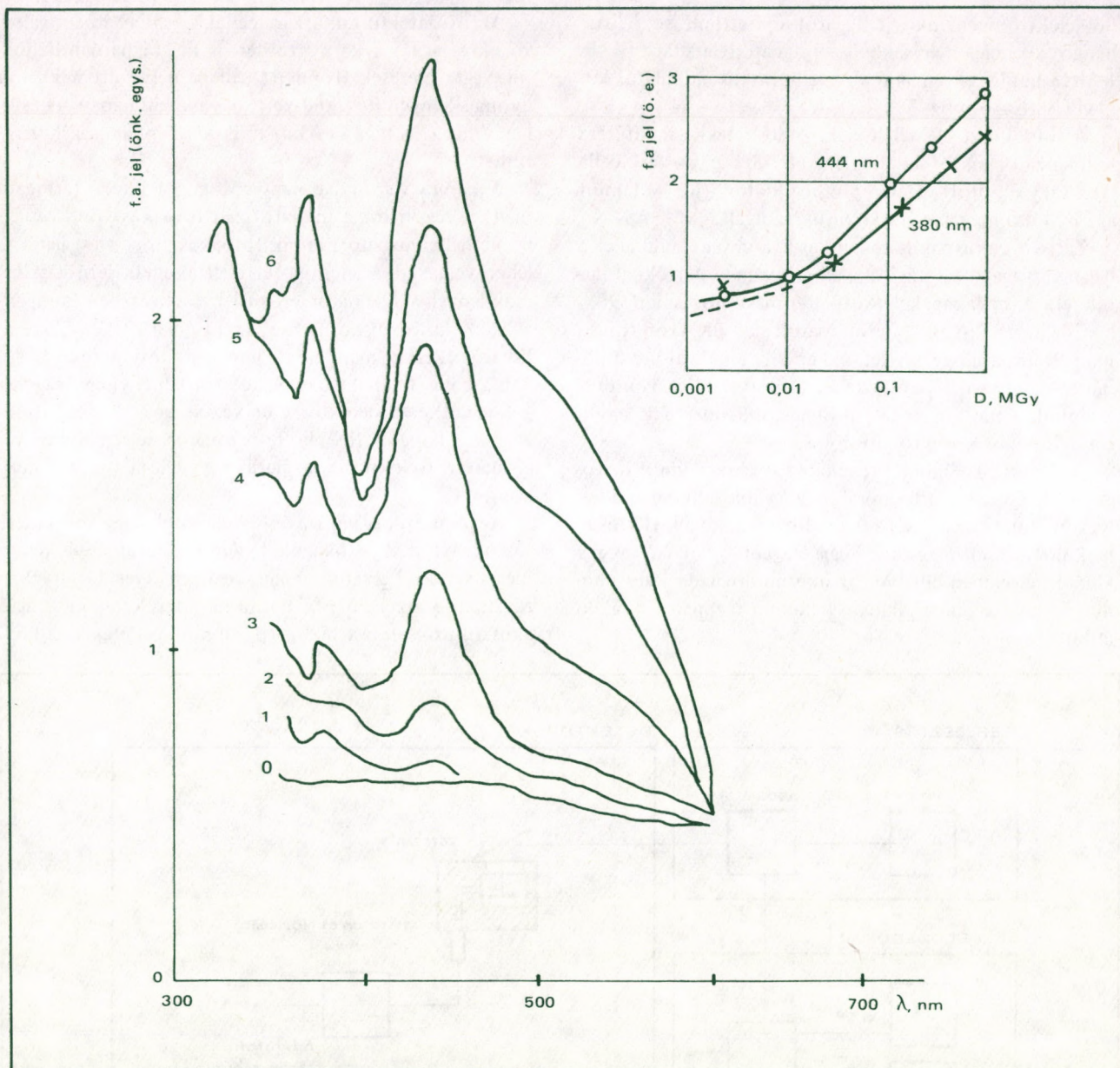
Számítógépes adatgyűjtő és -feldolgozó rendszerrel kiegészített egyedi készítésű fotoakusztikus spektrométeren litiumfluoridról készültek fekete abszorbens fotoakusztikus jeleivel normált spektrumok (3. ábra). A Harshaw vegyipari vállalat által előállított TLD-100 jelű, por alakú, adalékolt litiumfluorid termolumineszcens dózismérőként használatos: besugárzás utáni felfűtésekor fényt emittál, melynek mértékéből vissza lehet következtetni az általa vagy a közelében elhelyezett mintában elnyelt sugárzás mennyiségére.

Ionizáló sugárzás hatására az alkáli halogén vegyületekben színcentrumok keletkeznek, ami elszíneződésükben is megmutatkozik. A színcentrumok egykristályokról felvett optikai abszorpciós spektrumokban jól látható abszorpciós sávokként nyilvánulnak meg. Az R<sub>2</sub> és az M (vagy más néven F<sub>2</sub>) színcentrumoknak tulajdonított,

380 nm, ill. 444 nm környékén jelentkező sávokat a por alakú mintákon is ki lehetett mutatni (3. ábra). A minták egy része előzőleg <sup>60</sup>Co gamma-sugárforrás közelében 0,003 MGy-től 1 MGy-ig terjedő dózist kapott. (A Gy (gray) az abszorbeált dózis SI mértékegysége, 1 Gy a minta 1 kg-nyi tömegével 1 J energiát közlő sugárzás elnyelt dózisa.)

A 3. ábrából látható, hogy a dózist növelve a fotoakusztikus jel is növekedést mutat, ami a színcentrumok növekvő száma miatt egyre erősödő fényelnyelés következménye. A sávmaximumok dózisfüggése kb. 0,01 MGy-től legalább 1 MGy-ig jó közelítéssel logaritmikus (ld. a 3. ábra betétgrafikonját). Litiumfluorid por fotoakusztikus spektrumjainak mérésével tehát elnyelt dózis-méréseket hajthatunk végre. [13] A spektrumok, kiegészülve a megfelelő termolumineszcens- és termoáram-mérések eredményeivel, értékes adalékot nyújthatnak a litiumfluorid színcentrumainak tanulmányozásához is, ami e alkáli-halogén vegyület, mint doziméter-alapanyag tulajdonságainak javítását is elősegítheti.





3. ábra. Besugárzott litiumfluorid porról készült fotoakusztikus spektrumok [13]. Az elnyelt dózis értéke: 0 MGy (0), 0.0033 MGy (1), 0.010 MGy (2), 0.033 MGy (3), 0.10 MGy (4), 0.33 MGy (5), és 1.00 MGy (6). A betétábra a 380 nm-nél és a 444 nm-nél található abszorpciós csúcs dóziszfüggését mutatja.

### Alternatív mérések

A fotoakusztikus technika alternatív (azaz nem-spektroszkópai) felhasználásának jellegzetes példája a hődiffúziós állandó mérése. (A hődiffúziós együttható a  $\delta T/\delta t = \lambda \Delta T$  hődiffúziós egyenletben szereplő  $\lambda$  állandó;  $T$  a hőmérséklet,  $t$  az idő.) Cesar és munkatársai [7] a hődiffúziós állandó méréséhez speciális fotoakusztikus cellát fejlesztettek ki, melyben a mintát oldalról, a gázoszlop tengelyére merőlegesen világították meg (2b. ábra). A Coherent CR8 típ. argon-lézer 10,25 Hz-en modulált nyalábja és a minta felülete közötti távolságot változtatva a fotoakusztikus jel amplitúdója az elmélet szerint exponenciális, fázisa lineáris függvénnyel írható le. A két függvény egymással egyenlő skálafaktora ill. meredeksé-

ge a frekvenciával és a hődiffúziós állandóval fejezhető ki, tehát a függvények illesztésével a frekvencia ismeretében a keresett mennyiség meghatározható: kadmiumsulfid minta hődiffúziós állandójára 0,16 cm<sup>2</sup>/s érték adódott. A mérés kiértékeléshez felállított modell hibáira McDonald mutatott rá [14], de ezek méréseiben is használt, hőtanilag féltérnek tekinthető minták esetében a hődiffúziós állandó meghatározását nem érintették.

**Kísérleti technika.** Alternatív fotoakusztikus mérések végzésére alkalmas rendszerünkben (4. ábra) fényforrásként MOM és KFKI gyártmányú 0,9 mW ill. 8 mW teljesítményű, 632,8 nm-en működő hélium-neon lézereket használtunk. A nyaláb 20...1200 Hz tartományba eső frekvenciájú intenzitásmodulációjának létrehozása céljá-



ből elektromechanikus szaggatót építettünk be. Ultra-hangfrekvenciás mérésekben a szaggató feladatát egy kb. 1 MHz határfrekvenciájú akusztó-optikus modulátor látta el (BME Atomfiz. T.).

A fotoakusztikus jelek elektromos jelekké alakítására kondenzátormikrofonnal felszerelt klasszikus zárt cella (i), vagy nyitott Helmholtz-rezonátor (ii), valamint akusztikus emissziós érzékelő (iii) szolgált.

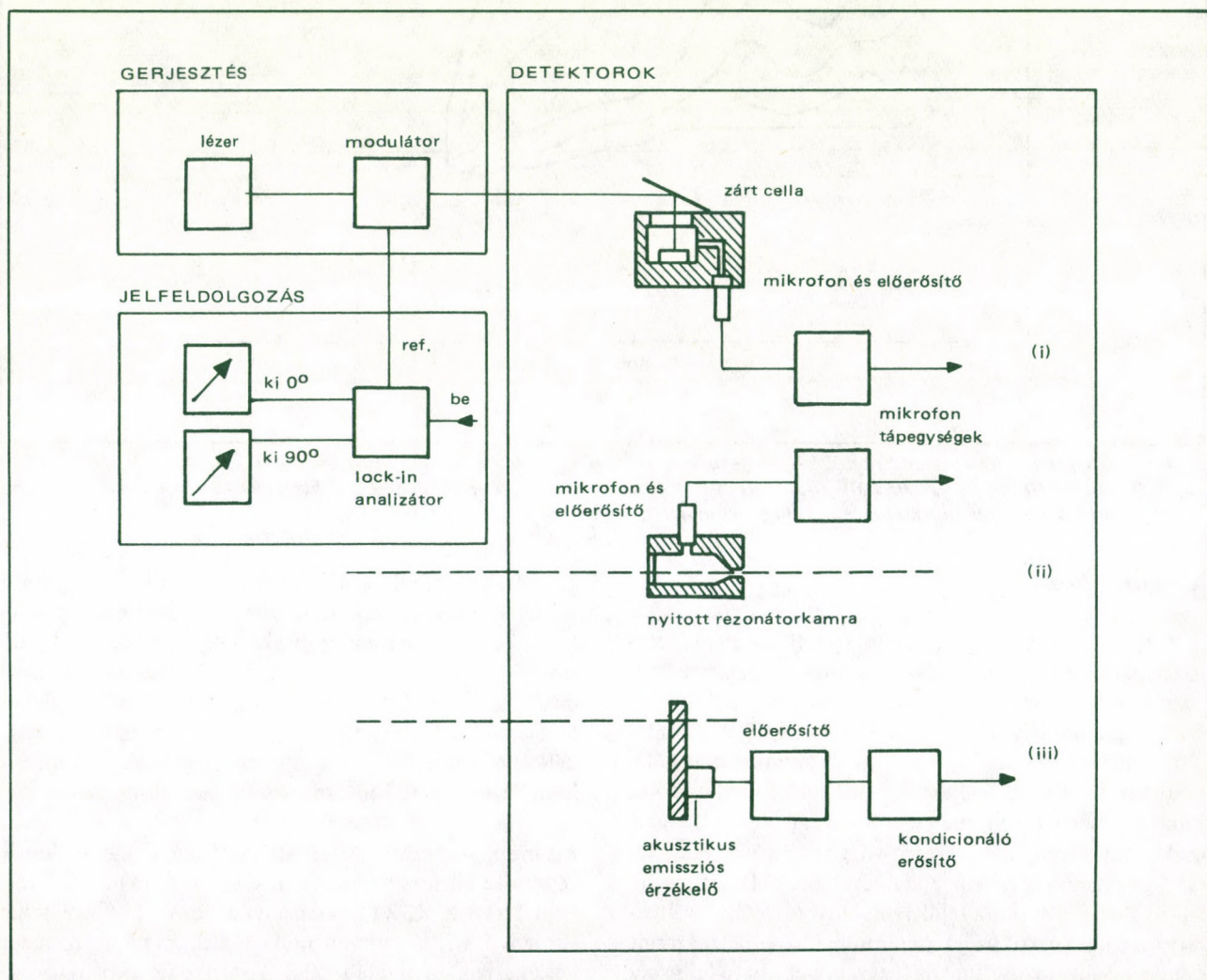
Zárt fotoakusztikus celláinkat kvarcüveg ablakkal és a belső térfogat beállítására is alkalmas mintatartókkal látuk el. A cellában keletkező nyomásváltozásokat  $90^\circ$ -ban megtört keskeny járaton csatoltuk a BK 4165 típusú mikrofonhoz, hogy így lecsökkentsük a mikrofonmembrán fényabszorpciója okozta zavaró jel szintjét. Gondoskodnunk kellett a cella optimális működésének egyik alapfeltételéről, a jó tömítésről is.

A nyitott Helmholtz-rezonátor elvén működő mérőelem [15] a rezonátorkamrából, a kamra légterében elhelyezett mikrofonból, és a rezonátornyakból áll. Háttérjele különlegesen alacsony, mert az ablak helyén vagy a kamra belsejében elhelyezett mintán áthaladó fény nem nyelődik el az üreg falában, hanem a rezonátor nyakán át kijut a rendszerből.

Az új detektorral, a zárt cellákkal ellentétben, változó hőmérsékletű környezetben is megbízhatóan hajthatók végre mérések. Tömített cellába helyezett mikrofon nyomáskiegyenlítő rendszere ugyanis általában hatástalan, ami az érzékeny eszköz működésképtelenségéhez vezethet.

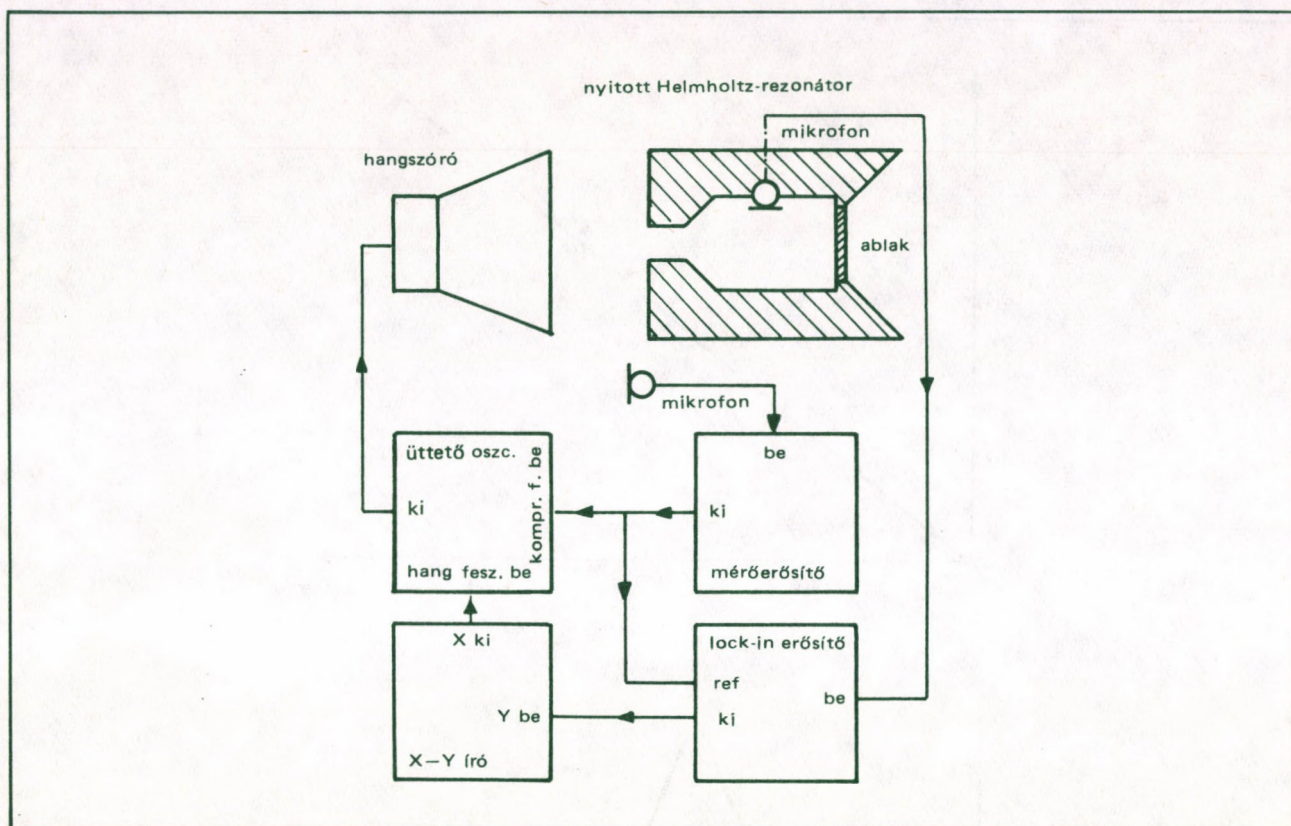
A kamra viszonylag nagy,  $30\text{ cm}^3$ -t kitevő térfogata miatt a rezonátor a miniaturizált fotoakusztikus cellákba nem helyezhető minták fotoakusztikus vizsgálatát is lehetővé teszi. A jelentős térfogattal együttjáró jelszintcsökkenést a rezonátor erősítő hatása részben kompenzálja. A konstrukció hátrányaként a zajérzékenység említhető, ezért a mérések idejére a nyitott detektort süketszobába telepítettük. Süketszoba hiányában segítséget jelenthet a detektor elhelyezése egy alacsony frekvenciára hangolt Helmholtz-rezonátor belsejébe, amivel a mérési frekvenciákon hatékony zajsillapítás érhető el.

Az akusztikus emissziós érzékelővel nagyfrekvenciás fotoakusztikus testhangokat detektálhatunk. A minta megvilágítási helyétől néhány centiméteres távolságban rögzítendő érzékelő és a minta határfelületére megfelelő akusztikus csatolást biztosító szilikonzsír-réteget kell fel-



4. ábra. Fotoakusztikus gerjesztő-, detektáló-, és jelfeldolgozó rendszerek.





5. ábra. A fotoakusztikus rezonátorkamra akusztikus bemérését szolgáló mérőrendszer [17]

vinni. A testhangdetektálás előnyösen egészíti ki a mikrofonos detektálási eljárásokat, mert segítségével fizikai, kémiai, vagy egyéb tulajdonságaik miatt cellába nem helyezhető minták is alávethetők fotoakusztikus vizsgálatoknak. Az emissziós érzékelőkkel általában kielégítően zajmentes mérések végezhetők, mert a mikrofonok határfrekvenciáját lényegesen meghaladó üzemi frekvenciájukon a környezet elektromos és mechanikai zavarai nem számottevők. [16]

A mikrofon és az érzékelő (BK 8313) jeleit feldolgozó egységek a mikrofonnal egybeépített, mindössze 25 ohm kimeneti impedanciájú előerősítő (BK 2619) és egy lock-in erősítő (Ithaco 393 vagy NV-256B, KFKI), illetve egy BK 2637 típusú akusztikus emissziós előerősítő, egy BK 2638 jelű kondicionáló erősítő, és a lock-in analízátor. Az analízátorok kimenetén a fotoakusztikus jelnek a referenciajellel fázisban levő  $A_0$  és a referenciajelhez képest  $90^\circ$ -os fáziskéséssel jellemezhető  $A_{90}$  összetevőit mérhetjük. E mennyiségekből a jelszint az

$A = (A_0^2 + A_{90}^2)^{1/2}$ , a fázis a  $\theta = \arctan(A_{90}/A_0)$  kifejezéssel számítható ki. Az NV-256B erősítő esetében a  $(-180^\circ, 180^\circ)$  intervallumban értelmezett  $\theta$  fázisszög pozitív, ha a bemenő jel a referenciajelhez képest késik.

Méréseink egy részében a fotoakusztikus hatást Nd:foszfátüveg lézer  $1,06 \mu\text{m}$  hullámhosszúságú, 8 mJ energiájú, és 14 ns időtartamú fényimpulzusaival hoztuk létre, és emissziós érzékelővel detektáltuk. Az erősített és 200 kHz középfrekvenciájú oktávszűrővel formált jelet

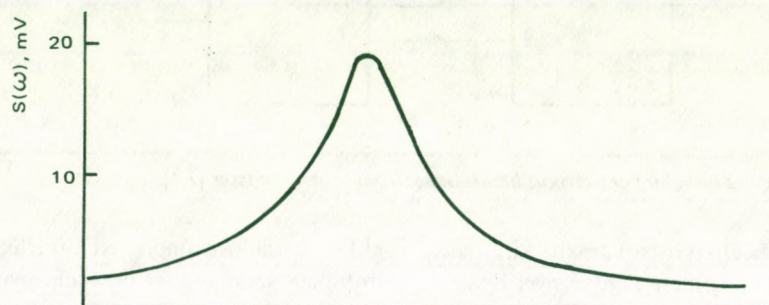
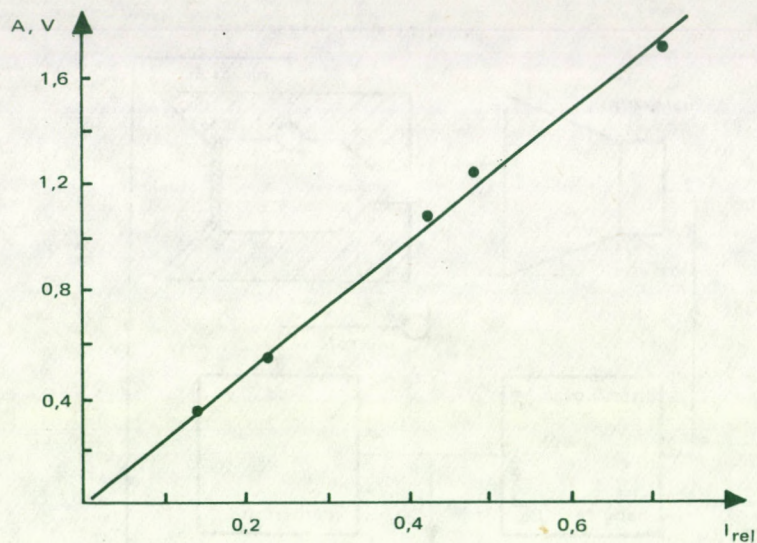
ekkor oszcilloszkópon jelenítettük meg, melyet a fényimpulzus szórt fényét érzékelő gyors fotodióda indított.

A nyitott rezonátor akusztikus tulajdonságait az 5. ábra szerinti mérőrendszerrel határoztuk meg. [17] A beméréshez szükséges hanghullámokat a rezonátortól kb. 1 m távolságban elhelyezett hangszóróból kaptuk. A hangnyomás változó frekvencia melletti állandóságát egy monitormikrofonból (BK 4165), egy mérőerősítőből (BK 2606), és a BK 2010 készülék üttető oszcillátorának kompresszoráramköréből álló lánc biztosította. A rezonátor jelét BK 4145 típusú mikrofonnal detektáltuk, és egy Ithaco 393-as lock-in erősítővel dolgoztuk fel. A jel frekvenciafüggését végül egy BK 2308-as X-Y íróval rögzítettük.

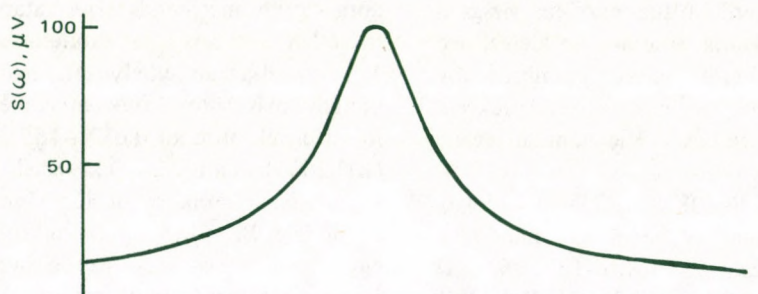
**A fényteljesítmény mérése.** A zárt cellával sikeresen demonstráltuk a fényteljesítmény mérést [18]. A 0.9 mW-os lézer nyálábjának teljesítményét ismert extinkciójú oldatsorozat tagjainak a fényútba helyezésével változtattuk. A malachitzöld festék vizes oldatai kiválóan megfeleltek erre a célra, mert 625 nm körül határozott fényelnyelést mutatnak. Az oldatok extinkcióját 632,8 nm-en  $k_1=0.5 \text{ cm-es}$  küvettával SPECORD UV VIS típusú abszorpciós spektrofotométerrel határoztuk meg.

A fotoakusztikus mérésekben használt  $k_2=1 \text{ cm}$  vastag küvettába töltött E extinkciójú oldaton áthaladó fény relatív teljesítménye  $I_{\text{rel}}=10^{-(k_2/k_1)E}$ . Fekete (orvosi szén) abszorbens fotoakusztikus jelének szintje a relatív fényteljesítmény függvényében a 6. ábrán látható. A két

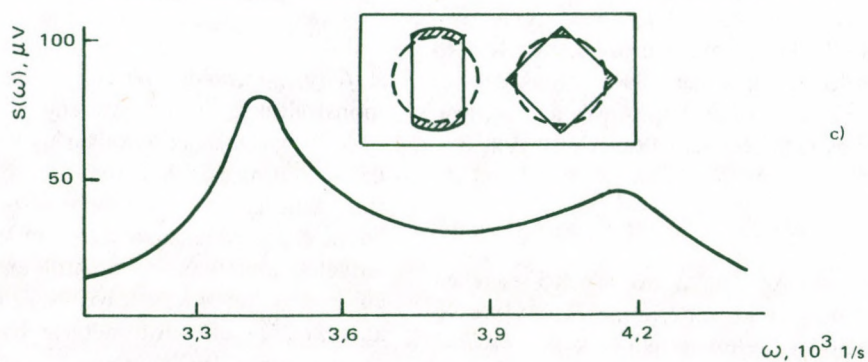




a)



b)



c)

6. ábra. Zárt cellában mérhető fotoakusztikus jel hélium-neon lézer relatív fényteljesítményének függvényében [18] (fent)

7. ábra. Nyitott fotoakusztikus rezonátor rezonanciagörbéi akusztikus gerjesztéssel (a), fotoakusztikus gerjesztéssel, szén mintával (b), és fotoakusztikus gerjesztéssel, membrán mintával (c). A betétábra a membrán minták rögzítését mutatja a kamrában; a vonalkázott területek rögzítettek [17] (lent)



mennyiség a mérési hibán belül egyenesen arányos egymással, tehát a fotoakusztikus jelszint a fényteltjesítmény szerint lineáris skálán kalibrálható.

A mérések érzékenységét jellemzi, hogy a cellában  $10^{-5}$  Pa nagyságrendű nyomásváltozásokat detektálunk; a minta hőmérsékletváltozásainak amplitúdója a számítások szerint mintegy  $10^{-4}$  °C lehetett.

A fotoakusztikus elven megvalósított fényteltjesítménymérő előnye, hogy érzékenysége hullámhosszfüggetlen [3], tehát így kevert fény mérése is megvalósítható. A mérés eredménye nagymértékben független a beeső fény intenzitáseloszlásától is.

**Csatolt Helmholtz- és membránrezonancia mérése.** Az 5. ábrán bemutatott akusztikus mérőrendszer segítségével a nyitott rezonátorról szabályos rezonanciagörbét kaptunk (7a. ábra). A görbéről leolvasható, hogy a rezonátor rezonanciafrekvenciája 581 Hz, jósaági tényezője 24,3. A rezonátor erősítése a rezonanciafrekvencián tehát 28 dB.

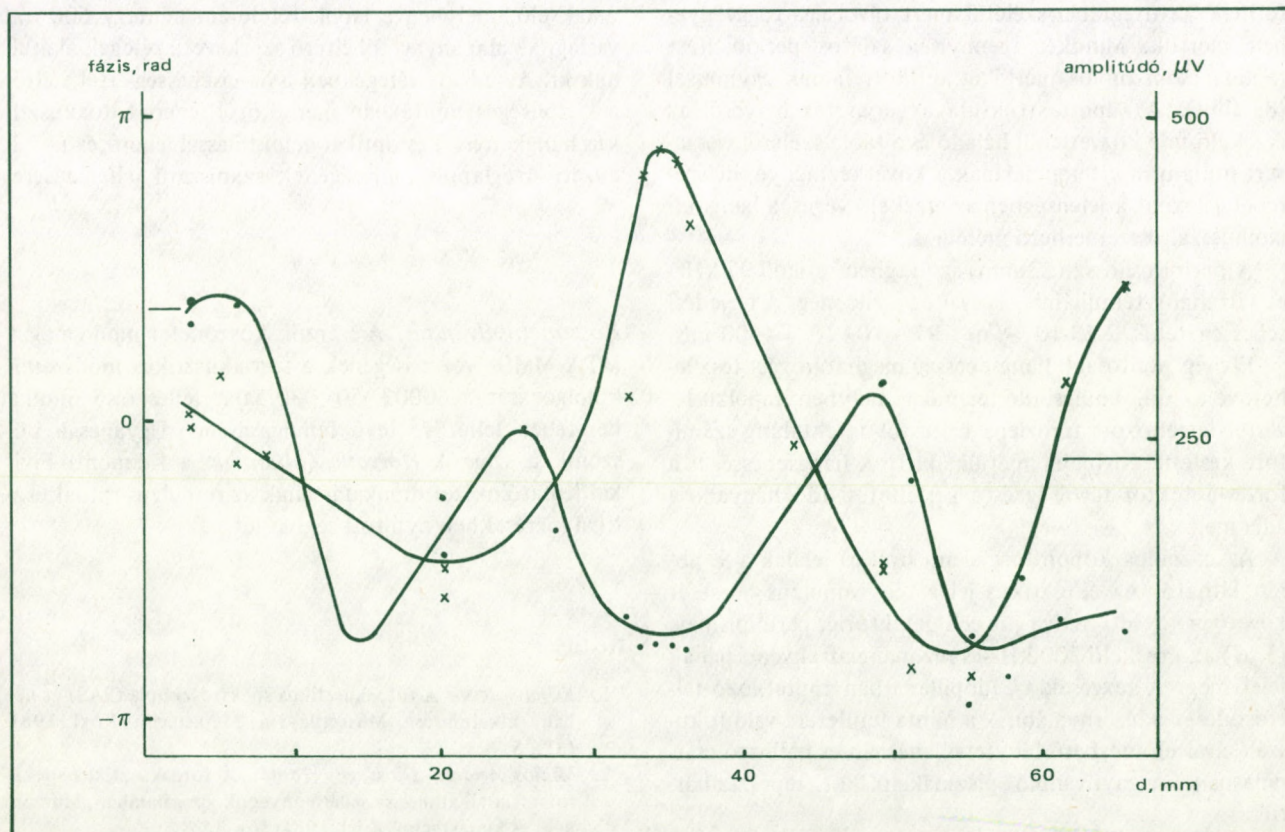
Hasonló adatokkal jellemezhető a kamra belsejében széntabletta fotoakusztikus jelével gerjesztett rezonátor is (7b. ábra). A gerjesztő erő amplitúdója a fotoakusztikus mérésben 8 mW fényteltjesítmény mellett mindössze  $5 \cdot 10^{-9}$  N volt, szemben az akusztikus beméréskor észlelt  $1 \cdot 10^{-6}$  N-nal. [17] A rezonátor száját eltömítve, azaz a detektort zárt cellává alakítva a rezonanciahatás megszűnt, és a jelszint, az erősen abszorbeáló mintákra vonatkozó elméleti eredményekkel [3] összhangban a

modulációs frekvenciával fordított arányosságot mutatott.

Vékony, hajlékony, áttetsző műanyag mintákat a 7c. ábra betétvázlatán látható módon a kamrában rögzítve a fotoakusztikus jel frekvenciamenetében gyakran kettős rezonanciát észleltünk. Ez a jelenség akusztikus mérésekben csak akkor mutatkozott, ha a mintát az ablak helyén rögzítettük. Befogott szélű, vékony minták fotoakusztikus gerjesztés hatására tehát rezonáns tulajdonságokat mutató membránként viselkednek, és a kettős rezonancia (7c. ábra) a Helmholtz-rezonátor és a membrán csatlódásának a következménye.

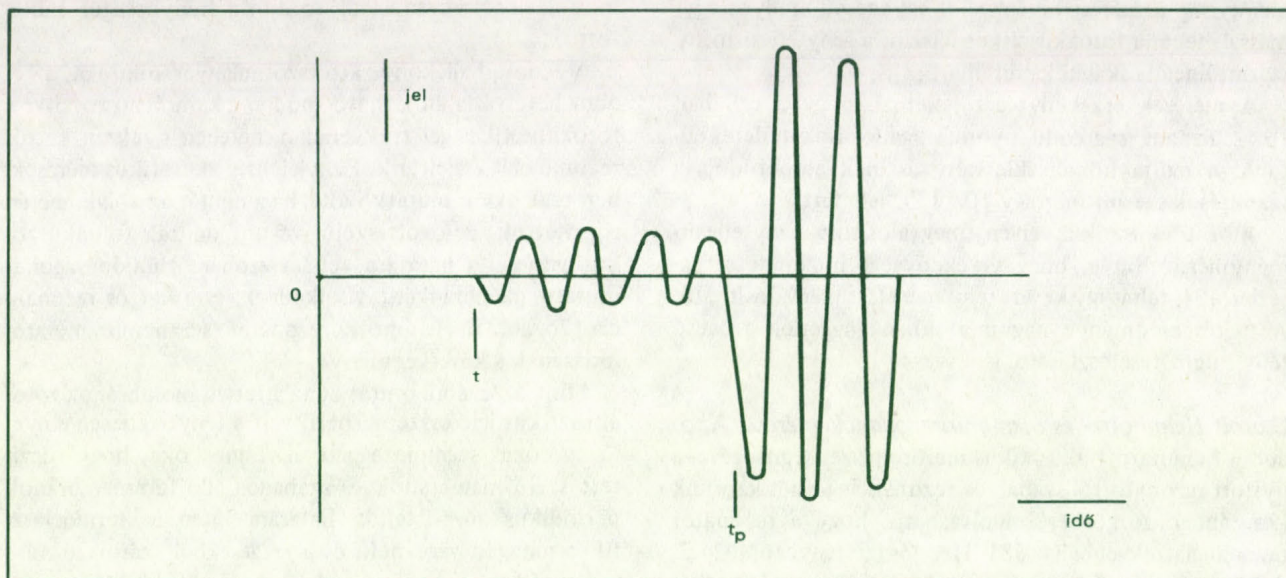
Mint a 7c. ábra mutatja, az áttetsző membránok fotoakusztikus jele összemérhető volt a fényt teljesen elnyelő, porózus szénminta jelével. Ennek oka, hogy rögzített szélű membránok és szabadon álló fémmembránok periódikus megvilágítás hatására intenzív termoelasztikus mozgást végeznek, és a rezgésekből származó mikrofonjel több nagyságrenddel meghaladja a hődiffúzióval értelmezhető akusztikus jelet [19–21]. Vékony minták fotoakusztikus rezgékeltetésével (a membránhatással) tehát lényeges, a mérések érzékenységének fokozását eredményező jelszintnövekedést érhetünk el. A membránhatást felületi bevonatok delaminációjának detektálásához is fel lehet használni [22, 23].

**Hangsebesség-mérések.** Fotoakusztikusan keltett hanghullámokkal hangsebesség-méréseket végeztünk síküveg-mintákban. Az üvegtáblák mérete 60 cmx30 cmx0.5 cm



8. ábra. Üvegtáblában terjedő, BK 8313 típ. érzékelővel detektált 97 kHz-es ultrahang amplitúdója és fázisa a gerjesztés helyének függvényében.





9. ábra. Impulzusgerjesztéssel létrehozott és akusztikus emissziós érzékelővel detektált fotoakusztikus jel tipikus hullámformája.

volt. Az akusztikus emissziós érzékelőt a mintára ragasztott 8 cm hosszú, homogén fényelnyelésű abszorbenscsík végében helyeztük el, majd a 8 mW csúcsteljesítményű modulált fényt egy 30 cm gyújtótávolságú gyűjtőlencsével az abszorbensre vetítettük. Mivel a BK 8313 érzékelő átviteli görbéjén 100 kHz környékén rezonanciacsúcs található, a szaggatási frekvenciát praktikusán 97 kHz-re választottuk.

A fotoakusztikus jel amplitúdóját és fázisát a fényfoltnak az üvegtábla szélétől mért távolsága függvényében mértük. Mindkét mennyiség sajátos periodicitást mutat, és bizonyos mértékig antikorrelálnak egymással (8. ábra). A kapott struktúra a gerjesztés helyéről az érzékelő felé közvetlenül haladó és a tábla széléről visszavert hullám interferenciájának a következménye, de szerepet játszhat a jelenségben az érzékelő véges, a hanghullámhosszal összemérhető mérete is.

A periódushossz (23 mm) az üvegben terjedő 97 kHz-es ultrahang félhullámhosszával egyezik meg. A terjedési sebesség tehát  $2 \cdot 23 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 97 \cdot 10^3 \text{ 1/s} = 4500 \text{ m/s}$ .

Elvileg pontosabb hangsebesség-meghatározást tesz lehetővé az ún. repülési idő technika, melyben impulzuslézerekkel létrehozott tranzienstől-detektálásig számított késleltetési idejét mérjük. [10] A hangsebességet a forrás-detektor távolság és a késleltetési idő hányadosa adja meg.

Az oszcilloszkópon megjelenő tipikus jelalak a 9. ábrán látható. Az akusztikus jel a fényimpulzus beesését követően  $t$  idő múlva jut el a detektorig, periódusideje ( $5 \mu\text{s}$ ) az érzékelő 200 kHz-es rezonanciafrekvenciájának felel meg. A rezgések  $t_p$  időpillanatban mutatkozó felerősödését a lézernyalábnak a minta felületére való fókuszálásával előidézhető fényfelvillanásban és hallható csattanásban megnyilvánuló plazmakeltéskor tapasztalhatjuk.

Érzékelőink véges mérete és felfutási ideje miatt az impulzusgerjesztéssel csak félkvitatív, de az előző mé-

rés eredményeivel konzekvens hangsebesség-adatokat mérhettünk. A detektálás lokalitásának és gyorsaságának megnövelése pl. a fotoelasztikus hatáson alapuló optikai eszközökkel érhető el. A fotoelasztikus hatásban a mintán áthaladó próbanyalábot a hanghullám eltéríti, amit helyzetérzékelő fotodiódákkal észlelhetünk. [24]

Megfelelően gyors detektorral megvalósíthatóknak látszik edzett üvegminták tesztelése. Speciális mechanikai tulajdonságú üveglapokat edzési eljárás segítségével állítanak elő, melyben a lapok felületein mintegy  $500 \mu\text{m}$  vastag, az alapanyagától eltérő szerkezetű rétegek alakulnak ki. Az edzett rétegekben a hangsebesség értéke eltér a közönséges mintákban mérhetőtől, ezért fotoakusztikus hangkeltéssel és optikai detektálással lehetőség nyílik edzett üveglapok minőségének számszerű jellemzésére.

\* \* \*

**Köszönetnyilvánítás.** A szerzők köszönetet mondanak a MTA MMSz vezetőségének a fotoakusztikus módszerek kidolgozását a 60003–50–030 saját fejlesztésű munka keretében lehetővé tevő támogatásáért. Ugyancsak köszönik a szerzők Horváth Zoltánnak, a Központi Fizikai Kutatóintézet munkatársának az impulzus-fotoakusztikai mérésekben nyújtott segítségét.

#### Irodalom

1. Kőfalvi Jenő: A fotoakusztikus spektroszkópia (PAS) és néhány alkalmazása, Műszerügyi és Méréstechn. Közl. 1981 (31), 5.
2. Miklós András–Diószeghy Tamás: A fotoakusztikus spektrometria alkalmazása szilárd anyagok vizsgálatában, Műszerügyi és Méréstechn. Közl. 1984(36), 3.
3. A. Rosencwaig: Photoacoustics and Photoacoustic Spectroscopy (Wiley, New York, 1980).



4. A. Mandelis–B. S. H. Royce: Relaxation time measurements in frequency and time-domain photoacoustic spectroscopy of condensed phases, *J. Opt. Soc. Am.* 70, 474 (1980).
5. A. Mandelis: Photoacoustic determination of the non-radiative quantum efficiency of uranyl formate monohydrate,  $\text{UO}_2(\text{HCOO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , powders, *Chem. Phys. Lett.* 91, 501, (1982).
6. J. Etxebarria–J. Fernandez: Photoacoustic spectra of transparent solids doped with localized absorbing centres, *J. Phys. C*, 16, 3803 (1983).
7. C. L. Cesar–H. Vargas, J. Mendes Filho, L.C.M. Miranda: Photoacoustic determination of thermal diffusivity of solids: Application to CdS, *Appl. Phys. Lett.* 43, 555 (1983).
8. D. Chardon–S. J. Huard: Thermal diffusivity of optical fibers measured by photoacoustics, *Appl. Phys. Lett.* 41, 341 (1982).
9. P. Korpiun–B. Merté–G. Fritsch–R. Tilgner–E. Lüscher: Photoacoustic method for the measurement of the thermal diffusivity of drawn foils, *Colloid and Polymer Sci.* 261, 312 (1983).
10. C. A. Calder–W. W. Wilcox: Technique for measurement of elastic constants by laser energy deposition, *Rev. Sci. Instrum.* 45, 1557 (1974).
11. A. C. Tam–H. Coufal: Photoacoustic generation and detection of 10-ns acoustic pulses in solids, *Appl. Phys. Lett.* 42, 33 (1983).
12. R. S. Davidson–D. King–P. A. Duffield–D. M. Lewis: Photoacoustic spectroscopy for the study of the adsorption of dyes on wool fabrics, *J. Soc. Dyers Colourists*, 99, 123 (1983).
13. Bíró T.–Diószeghy T.–Kelemen A.–Lőrincz A.: Radiation dosimetry by photoacoustic spectrometry, '86 Int'l Conference on Solid State Dosimetry, Oxford.
14. F. A. McDonald: Comment on „Photoacoustic determination of thermal diffusivity of solids: Application to CdS”, *Appl. Phys. Lett.* 47, 434 (1985).
15. Kelemen András–Lőrincz András–Miklós András: Eljárás és berendezés valamint mintakamra kondenzált halmazállapotú kis és közepes abszorpciójú átlátszatlan vagy átlátszó minták fotoakusztikus vizsgálatára. Szabadalmi ügyiratszám: 2251–2105/1983.
16. Radnai Rudolf: Akusztikai emissziós vizsgálatok, *Műszerügyi és Méréstechn. Közl.* 1981(31), 11.
17. Diószeghy T.–Miklós A.–Kelemen A.–Lőrincz A.: Uncoupled Helmholtz resonator: An open photoacoustic cell, *J. Appl. Phys.* 58, 2105 (1985).
18. Diószeghy Tamás: Szakdolgozat (Budapest 1983)
19. P. Charpentier–F. Lepoutre–L. Bertrand: Photoacoustic measurements of thermal diffusivity. Description of the „drum effect”, *J. Appl. Phys.* 53, 608 (1982).
20. G. Rousset–F. Lepoutre–L. Bertrand: Influence of thermoelastic bending on photoacoustic experiments related to measurements of thermal diffusivity of metals, *J. Appl. Phys.* 54, 2383 (1983).
21. C. A. Vinokurov: „Membrannij” effekt v optiko-akuszticeszkom metode, *Pis'ma v Zstf* 11, 705 (1985).
22. P. Cielo: Thermoelastic testing of stratified materials, *Int. Adv. in NDT* 11, 175 (1985).
23. R. A. Crosbie–R. J. Dewhurst–S. B. Palmer: Flexural resonance measurements of clamped and partially clamped discs excited by laser-induced photo-acoustics, 4th Int'l Topical Meeting on Photoacoustic, Thermal, and Related Sciences, Montreal, 1985.
24. G. C. Wetsel Jr.–S. A. Stotts–C. G. Clark: Photothermal excitation of elastic waves by 10 ns laser pulses and detection by photoelastic laser-beam deflection, *J. Phys. (Paris)* 44, C6–67 (1983).

## Mérőműszerre van szüksége?

**FORDULJON HOZZÁNK,  
SZABAD MŰSZERKAPACITÁS ADATTÁRUNK  
RENDELKEZÉSÉRE ÁLL!**

A szabad műszerkapacitás adattárban a nem mozgatható, nagyértékű mérőműszerek szabad mérési kapacitására vonatkozó adatokat tartjuk nyilván. A mérési szolgáltatást igénylők személyes érdeklődés, vagy levélbeli megkeresés útján tájékozódhatnak az adattárban nyilvántartott, részben kihasználatlan műszerek felől.

A szabad műszerkapacitás adattár igénybevétele díjtalan!

**Címünk:**

**MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADEMIA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI  
SZOLGÁLATA • SZAKTANÁCSADÁSI OSZTÁLY  
1067 Budapest, Lenin krt. 67. Telefon: 420–144**



# szervízképviseleteink

## 1. SZERVÍZKÉPVISELETI FŐOSZTÁLY

Telex: 22-5114 mttamm h

AMTEST ASSOCIATES Ltd. képviseletében

Dolch

Fluke

General Radio

Wavetek

AOL-DR. SCHUSTER GmbH képviseletében

Shimadzu

BECKMAN

BLANDFORD SYSTEMS képviseletében

Applied Photophysics Ltd.

Biccotest Instruments Ltd.

International Sensor Technology INC.

Joyce Loeb Ltd.

Moore Industries Ltd.

Moore Products Ltd.

Multispec Ltd.

Neotronics Ltd.

Racal-Dana Instruments Ltd.

Servomex Ltd.

UPA Technology INC

VU-Data Corp.

BRABENDER GmbH

CHEMINST GmbH képviseletében

ISCO

Sorvall (Du Pont)

ENGSTRÖM

FINNIGAN-MAT

GAMBRO

HEWLETT-PACKARD GmbH

JEOL GmbH

LABCO Co. képviseletében

Link

LABTEST

LKB INSTRUMENT GmbH

LORENTZEN-WETTRE

MARCONI Ltd.

MTS SYSTEMS GmbH

OPTON GmbH

PERKIN-ELMER GmbH

PHILIPS

RADIOMETER A/S

C. REICHERT--JUNG

RE-INSTRUMENTS

SCHLUMBERGER GmbH

SPECTRA PHYSICS

VARIAN AG

VG ANALYTICAL

WANDEL und GOLTERMANN GmbH

## 2. MŰSZERKÖLCÖNZÉSI FŐOSZTÁLY

Telex: 22-6936 akamu

LABOREX GmbH képviseletében

Gould Advance

ORION RESEARCH

TECTRA AG képviseletében

Dranetz

Farnell

RFL

UNIVERSAL GmbH képviseletében

Iwatsu

Keithley

## 3. MŰSZERTECHNIKAI FŐOSZTÁLY

Telex: 22-6936 akamu

KOSIMEX GmbH képviseletében

Hottinger-Baldwin Messtechnik



**MTA MŰSZERÜGYI ÉS  
MÉRÉSTECHNIKAI  
SZOLGÁLATA**

Budapest XI. Szakasits Á. út 59-61.

Levélcím: Budapest, Pf. 58. 1502

Telefon: 662-366<sup>x</sup>



## Üzemeltetési és szervíztapasztalataink (2.) A KEITHLEY gyártmányú digitális multiméterek

HAJAS LÁSZLÓ—KOVÁCS ATTILA

*A cikkben a szerzők – a KEITHLEY Márkaszervíz munkatársai – a műszaki adatok- és szolgáltatások, valamint az üzemeltetési és szervíztapasztalatok alapján mutatják be a műszergyár digitális multimétereit.*

A 40 éve alapított amerikai KEITHLEY műszergyártó cég digitális multiméterei hazánkban is elterjedtek. A rendkívül érzékeny és pontos műszerek számos típusa megtalálható kölcsönműszerparkunkban. Talán ennek is köszönhető, hogy 5 éve Szolgálatunk látja el a KEITHLEY műszerek magyarországi szervizét.

A következőkben rövid áttekintést adunk a KEITHLEY gyártmányú digitális multiméterek főbb műszaki jellemzőiről, valamint szolgáltatásairól, és beszámolunk az ezekkel a műszerekkel kapcsolatos üzemeltetési- és szervíztapasztalatokról.

### A multiméterek bemutatása

A jelenleg is forgalmazott típusok között egyaránt megtalálhatók a szervízcélú kéziműszerek, az asztali kivitelű labor-multiméterek és a mérőrendszerbe illeszthető programozható műszerek. E típusok néhány fontosabb adatát és szolgáltatását az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Bár e multiméterek specifikációja nagy szórást mutat, lényegében mindegyik azonos blokk-séma szerint épül fel (1. ábra). A műszer teljesítőképességét alapvetően az analóg bemenő jelet digitális kimenő jellé alakító A/D konverter határozza meg. Az olcsó 3 1/2 digités kéziműszereknél általában megfelel az egy chip-be integrált A/D

konverter, míg a drágább, nagypontosságú 5 1/2 digités multimétereknél egy mikroprocesszor által vezérelt hibrid áramkörrel oldják meg ezt a feladatot!

A teljesítőképességet jól reprezentálják az érzékenységre, felbontásra és pontosságra vonatkozó adatok is. A 2. ábrán bemutatjuk például, hogy egy 3 1/2 digités és egy 4 1/2 digités azonos pontosságúnak specifikált multiméternél hogyan alakul a műszer pontossága egy mérés-határon belül. Látható, hogy a nagyobb felbontású 4 1/2 digités műszer teljesítőképessége, azaz jelen esetben pontosság-tartása lényegesen jobb.

Ugyancsak lényeges szempont, hogy a multiméter a váltó jelek valódi RMS értékét-, vagy átlagértékét méri-e? Az RMS az angol Root Mean Square kifejezés rövidítése és azt a DC értéket jelenti, mely ugyanakkora energiát juttat egy tiszta ohmos terhelésre, mint az AC jel. Az átlagértéket olyan DC szintnek értelmezzük, mely ugyanakkora töltést juttat egy kapacitásnak, mint az AC jel egy félperiódus alatt. A 3. ábrából kitűnik, hogy az átlagértéket mérő műszerek a szinusztól eltérő jelalakú AC jeleket jelentős hibával mérik.

A 175, 197, 195A, 192 és 193 típusjelzésű multiméterek kihasználva a beépített mikroprocesszor „intelligenciáját” számos adatkezelési szolgáltatással rendelkeznek. A digitális és analóg kimenetek, az IEEE-488 interface lehetővé teszi a mérési adatok feldolgozását, illetve a multimétereknek egy személyi számítógéppel, vagy más rendszervezérlővel való összekapcsolását. Ily módon viszonylag olcsón kialakíthatunk egy komplett automatikus mérőrendszert. A 4. ábrán a 195A típus előlapja és hátlapja látható.

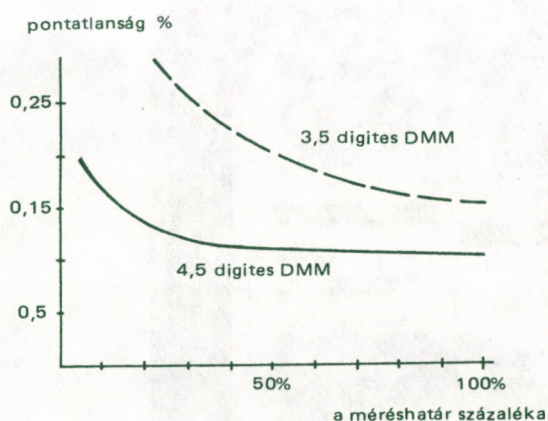
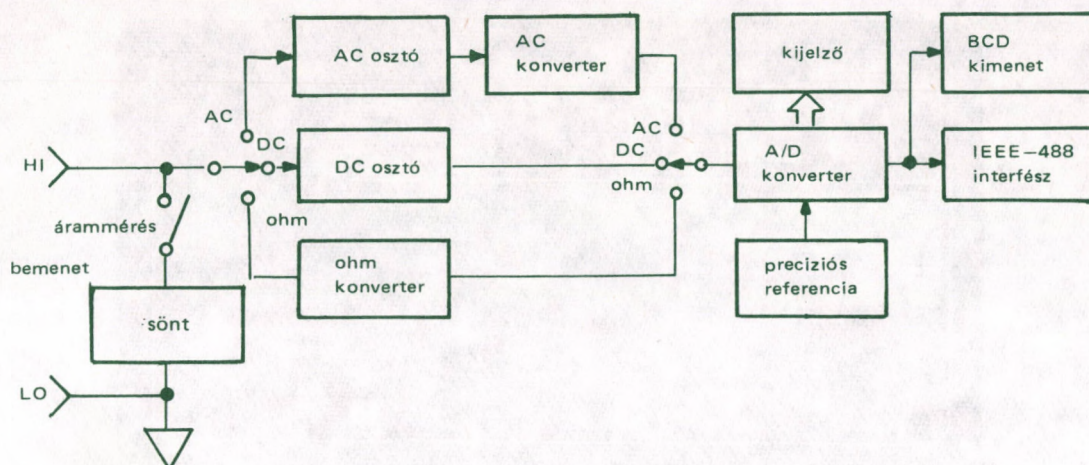
Az előbb említett öt típusnál lehetőség van az úgynevezett digitális kalibrációra is, vagyis a meglehetősen időigényes hagyományos kézi kalibrációs eljárást kiválthatja a – jóval egzaktabb és gyorsabb – számítógép vezérléssel lebonyolított kalibráció.



1. táblázat. A jelenleg forgalmazott KEITHLEY digitális multiméterek néhány fontosabb jellemzője

Típus	Szervizcélú kéziműszerek			Asztali kivitelű labor-multiméterek				Mérőrendszerbe illeszthető programozható műszerek			
	130 A	132 C	135 A	169	179 A	175	177	197	192	195 A	193
Digitek száma	3 1/2	3 1/2	4 1/2	3 1/2	4 1/2	4 1/2	4 1/2	5 1/2	5 1/2–6 1/2	3 1/2–5 1/2	3 1/2–6 1/2
Kijelző	LCD	LCD	LCD	LCD	LED	LCD	LED	LCD	LED	LED	LED
Méréshatár váltás	kézi	kézi	kézi	kézi	kézi	auto/kézi	kézi	auto/kézi	auto/kézi	auto/kézi	auto/kézi
DC feszültségmérés											
érzékenység	100 $\mu$ V	100 $\mu$ V	100 $\mu$ V	100 $\mu$ V	10 $\mu$ V	10 $\mu$ V	1 $\mu$ V	1 $\mu$ V	100 nV	100 nV	100 nV
max. leolvasás	1000V	1000V	1000V	1000V	1200V	1000V	1200V	1000V	1200V	1000V	1000V
alap pontosság	0,25%	0,25%	0,05%	0,25%	0,04%	0,03%	0,03%	0,011%	0,07%	0,025%	0,07%
AC feszültségmérés											
rendszer	átlag	TRMS	átlag	átlag	TRMS	TRMS	TRMS	TRMS	átlag/TRMS	TRMS	TRMS
érzékenység	100 $\mu$ V	100 $\mu$ V	100 $\mu$ V	100 $\mu$ V	10 $\mu$ V	10 $\mu$ V	10 $\mu$ V	1 $\mu$ V	1 $\mu$ V	1 $\mu$ V	1 $\mu$ V
max. leolvasás	750V	750V	750V	1000V	1000V	750V	1000V	750V	1000/700V	700V	700V
alap pontosság	1,0%	1,0%	1,0%	0,75%	0,05%	0,5%	0,5%	0,35%	0,1/0,25%	0,3%	0,25%
Ellenállásmérés											
érzékenység	100mOhm	100mOhm	100mOhm	100mOhm	100 mOhm	10mOhm	1mOhm	1mOhm	100 $\mu$ Ohm	100 $\mu$ Ohm	100 $\mu$ Ohm
max. leolvasás	20MOhm	20MOhm	20MOhm	20MOhm	20MOhm	200MOhm	20MOhm	220MOhm	20MOhm	20MOhm	200MOhm
alap pontosság	0,2%	0,2%	0,25%	0,2%	0,04%	0,05%	0,04%	0,018%	0,01%	0,025%	0,01%
DC árammérés											
érzékenység	1 $\mu$ A	1 $\mu$ A	10 $\mu$ A	100nA	10nA	10nA	1nA	1nA	–	100pA	100pA
max. leolvasás	10A	2A	10A	2A	20A	10A	2A	10A	–	2A	2A
alap pontosság	0,75%	0,75%	0,25%	0,75%	0,2%	0,15%	0,2%	0,1%	–	0,09%	0,09%
AC árammérés											
rendszer	átlag	TRMS	átlag	átlag	TRMS	TRMS	TRMS	TRMS	–	TRMS	TRMS
érzékenység	1 $\mu$ A	1 $\mu$ A	10 $\mu$ A	100nA	10nA	10nA	10nA	1nA	–	1nA	1nA
max. leolvasás	10A	2A	10A	2A	20A	10A	2A	10A	–	2A	2A
alap pontosság	2,0%	2,0%	1,5%	1,5%	1,0%	0,8%	0,8%	0,8%	–	0,6%	0,6%





A leolvasott érték pontatlansága

Bemenőjel		3 1/2 digités multiméter	4 1/2 digités multiméter
Feszültségben	A méréshatár %-ában		
1 V	5%	1,1%	0,2%
5 V	25%	0,3%	0,12%
10 V	50%	0,2%	0,11%
19 V	95%	0,15%	0,105%

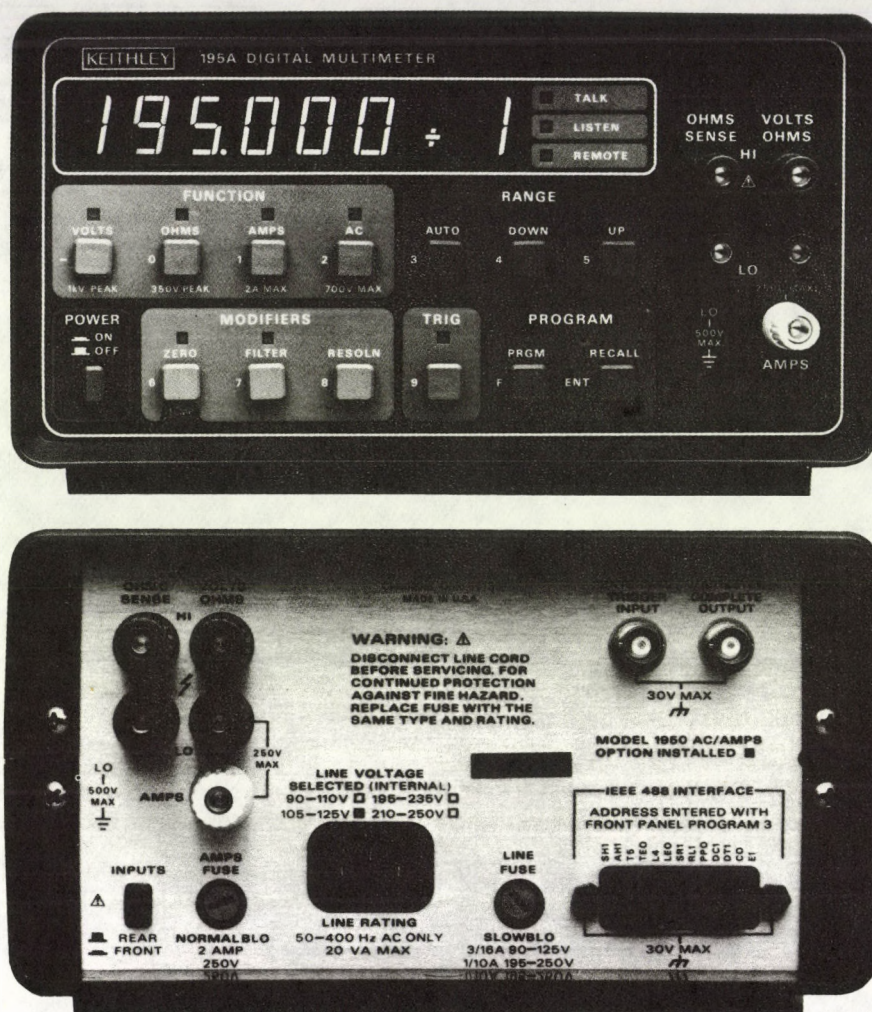
jelforma	a jel RMS-értéke	a valódi RMS multiméteren leolvasott érték		az átlagmérő multiméteren leolvasott érték	
					az átlagmérő multiméter hibája
+10— -10 színusz	7,07V	7,07V	7,07V	0%	
+10— -10 négyzet	10,00 V	10,00 V	11,11 V	11,1%	
+10— -10 háromszög	5,77V	5,77V	5,55V	3,8%	

1. ábra. A multiméterek blokkismája (fent)

2. ábra. A 3 1/2 digités és 4 1/2 digités multiméterek pontosság tartása egy méréshatáron belül (középen)

3. ábra. TRMS és átlagmérő multimétereken leolvasott értékek különböző AC jelformáknál (lent)





4. ábra. A KEITHLEY 195 A típusú digitális multiméter előlapja és hátlapja

## Üzemeltetési tapasztalatok

A 2. táblázatban tüntettük fel a KEITHLEY gyártmányú multiméterekre vonatkozó részletes hibastatisztikai felmérésünk adatait. A felmérésbe csak azokat a típusokat vontuk be, amelyekkel a kölcsönzési tevékenység során már legalább 4 éves üzemeltetési tapasztalatot szereztünk.

A kapott adatokat elemezve megállapítható, hogy 4 típusnál mind a fajlagos évi javítási költség, mind a fajlagos évi javítási szám – melyet a műszer megbízhatósági tényezőjének is nevezhetünk – rendkívül kedvező képet mutat.

A 173-as típusnál a 9 éves átlagéletkor indokolja a viszonylagos nagyobb javítási igényt és a költséggráfördítást. Az már statisztikailag kimutatott, jól ismert tény, hogy a készülék életkora és a fizikai elhasználódás függvényében rohamosan nő a hibák száma. Ami a költséggráfördítást illeti, az viszont nem csak a növekvő javítási

igényt tükrözi, hanem azt is, hogy egy-egy 8–9 éves műszerhez csak többszáz százalékos felárral tudunk alkatrész beszerezni.

A 179–20A típusnál a gyengébb mutatószámok egészen más okokra vezethetők vissza. Ezek a műszerek a felmérésben szereplő multiméterek közül viszonylag a legfiatalabbak. Viszont ez az egyetlen KEITHLEY multiméter, melynek 20 A-es áram méréshatára van, és ez a tény összefüggésbe hozható a hibák nagy számával és a fajlagos évi javítási költséggel. A 27 hiba közül 19-nél árammérési probléma volt. Ezek közül néhányánál csupán a kiolvadt speciális 20 A-es biztosítékot kellett pótolni. Sajnos többször előfordult, hogy a felhasználó a kiolvadt biztosítékot „megpatkolta”, és aztán hatásos védelem nélkül, a precíziós sönt, vagy más alkatrész mentek tönkre.

Összességében elmondható, hogy a KEITHLEY multiméterek jól bírják a gyakori szállítást, a fokozott igénybevételelt szélsőséges körülmények között is, megbízhatóan működnek, pontosak.



2. táblázat: A KEITHLEY gyártmányú multiméterekre vonatkozó hibastatisztikai felmérés adatai.

Műszertípus	173	174	177	179	179–20A	191
A felmérésben szereplő műszerek darabszáma	4	5	6	19	20	10
Átlagos életkor (év)	9	7	7	8	4	6
Halmazott javítási költség összesen (Ft)	43 758,—	8 387,—	753,—	18 606,—	83 029,—	18 005,—
Fajlagos halmazott javítási költség (Ft/db)	10 939,—	1 677,—	126,—	979,—	4 151,—	1 800,—
Fajlagos halmazott javítási költség a beszerzési ár százalékában (%)	3,42	2,1	0,65	6,9	9,95	6,1
Javítások száma összesen	10	4	2	15	27	7
Egy javítás átlagos költsége (Ft)	4 375,—	2 097,—	377,—	1 240,—	3 075,—	2 572,—
Fajlagos évi javítási szám (esetek száma/db/év)	0,28	0,11	0,05	0,1	0,34	0,12
Fajlagos évi javítási költség (Ft/db/év)	1 225,—	231,—	18,—	124,—	1 038,—	300,—

## Szerviztapasztalatok

Szervizmérnökeink a márkaszerviz tevékenység során figyelemmel kísérik az egyes típusoknál gyakrabban előforduló hibákat, ezek valószínű okáról és elhárításuk módjáról feljegyzéseket készítenek. Rendszeres továbbképzésük során kicserélik tapasztalataikat a gyártó műszakembereivel.

A következőkben néhány tipikusnak nevezhető hiba elhárításának menetét mutatjuk be.

1. **Hibajelenség:** A 174-es típusnál ellenállásméréskor rövidrezárt bemenetnél a műszer „túlsordulást” mutat.  
**A hiba oka:** A V1101 pozíciószerű műveleti erősítő zárlatos. Emiatt a Q1103 és Q1104 jelű FET kapcsolók nem kapcsolják a referencia feszültséget az A/D konverterre.

**Javítás:** A V 1101 cseréje. Újrakalibrálás.

2. **Hibajelenség:** A 179-es típusnál bekapcsolás után csak az első számjegy világít.

**A hiba oka:** Hiányzik a –15 V-os tápfeszültség. A VR 102 pozíciószerű L7915 kisteljesítményű, fix feszültségű tápegység IC megszakadt, vagy egy zárlat túlterheli.

**Javítás:** A zárlat elhárítása, ill. a hibás IC cseréje nagyobb terhelhetőségű 7915 típusú IC-re. Újrakalibrálás.

3. **Hibajelenség:** A 179–20A típusnál a műszer minden üzemmódban túlsordulást mutat.

**A hiba oka:** A bemenet védelmét biztosító Q 101, illetve a Q 102 diódák egyike zárlatos vagy átvezet.

Emiatt tönkrement a FET bemenetű AD 542K típusú V 101 jelű műveleti erősítő.

**Javítás:** A hibás védődióda és műveleti erősítő cseréje. Újrakalibrálás.

4. **Hibajelenség:** A 192 típusú programozható multiméter 6 1/2 digitális állásában az utolsó két számjegy időszakosan ugrál.

**A hiba oka:** Különösen nehezen lehetett behatárolni a hiba okát, mert a táp- és referencia feszültségek rendben voltak. A „gyanús” alkatrészek hűtése-fűtése során kiderült, hogy az R 361 pozíciószerű speciális vastagréteg osztólánc egyes tagjai a hőmérsékletváltozás arányában „megnyúltak”.

**Javítás:** A hibás osztó cseréje. Újrakalibrálás.

## Néhány szó a műszerek árfekvéséről és a KEITHLEY gyártási programjáról

Más neves gyártóművek versenyképes típusaival összevetve a KEITHLEY digitális multiméterek árfekvése közepesnek mondható.

A KEITHLEY cég a digitális multimétereken kívül nagy választékban készít és forgalmaz elektrométereket, nano- és picoamper mérőket, programozható áram- és feszültségforrásokat, digitális hőmérsékletmérőket. Az említett műszerek sokféle típusa Szolgálatunktól kölcsönözhető.





OMC 105 típusú **univerzális  
gyors  
Fourier-  
analizátor**

### FONTOSABB JELLEMZŐK

- \* 3  $\mu$ V és 31,6 V közötti jelek elemezhetők
- \* Az elemzés 11 frekvenciasáv bármelyikében elvégezhető. A legkeskenyebb sáv 0–10 Hz, a legszélesebb 0–20 kHz, a kettő között 2–5–10 sorozat szerint választhatók a sávok
- \* 400 vonal felbontás bármelyik kiválasztott frekvenciasávban
- \* 70 dB-nél nagyobb dinamikai tartomány
- \* Sokoldalú trigger lehetőség, különösen tranziens jelek vizsgálatához
- \* Lineáris vagy exponenciális spektrumátlagolás
- \* Ablakfüggvény vagy Hanning-függvény súlyozás
- \* Spektrumkijelzés 31 cm-es képcsövön, 80, 40, 20 dB vagy lineáris léptékben
- \* Mintánkénti vagy sűrített időfüggvény-kijelzés
- \* Tízféle mérésbeállítás tárolható
- \* Időfüggvény vagy spektrum tárolható a memóriában a későbbi feldolgozás vagy összehasonlítás érdekében
- \* Aktuális és tárolt függvény összehasonlítható
- \* Alfa numerikus billentyűzet, szoftverorientált felépítés
- \* Egyszerű kezelhetőség, a mérési paraméterek leolvashatók a funkciólistáról
- \* Beépített lebegőpontos, 11 decimális jegy pontosságú BASIC interpreter
- \* BASIC nyelven írt programokkal a mérés automatizálható, a mérési eredmények utólagos feldolgozása elvégezhető
- \* Asztali számítógépként is használható
- \* A képernyőn megjelenő függvények vagy BASIC programlista grafikus mátrix nyomtatóval kinyomtatható
- A szükséges szoftvert és a nyomtató céljára szolgáló csatlakozót a műszer tartalmazza
- \* Beépített fehérzaj-generátor kimeneti feszültsége (10 Hz–20 kHz) 1 mV<sub>eff</sub>–1 V<sub>eff</sub> között állítható

### RENDELHETŐ TARTOZÉKOK

#### \* Minifloppy készlet (CBE 844 típus)

Az OMC 105 típ. műszerbe beépíthető minifloppy készlet lehetővé teszi a felhasználó számára, hogy a mérésbeállításokat, mérési eredményeket, BASIC programokat minifloppy lemezen tárolja. A készlet tartalmaz egy 5,25"-os lemezekhez való meghajtó egységet, ennek beépítéséhez szükséges mechanikai alkatrészeket, egy illesztőkártyát és EPROM-ot, melyben a floppyvezérlő program van.

#### \* IEC busz illesztő készlet (CBE 843 típus)

Az utólag beépíthető busz illesztő készlettel rendelkező OMC 105 típ. műszer BASIC nyelven írt programokkal elláthatja az IEC busz illesztőt tartalmazó más készülékek vezérlését.

*Látogassa meg standunkat  
a Tavaszi BNV-n  
és ismerkedjen meg  
műszerünkkel!*



„PONT” Automatizálási és  
Méréstechnikai  
Kisszövetkezet

1196 Budapest XIX., Rákóczi utca 110.  
Tel.: 272-157  
Telex: 22-7783 pont h



## Korszerű digitális multiméterek

HENK KÁROLY

*A cikk áttekintést nyújt a korszerű digitális multiméterek főbb jellemzőiről, konstrukciós és áramköri megoldásairól. Ismerteti a mikroprocesszoros vezérlés nyújtotta mérésadatfeldolgozási, tárolási, mérésidőztítési szolgáltatásokat, programozási lehetőségeket, valamint az IEC 625 (IEEE-488) szabványú rendszerkompatibilitást biztosító interfész vezérlést.*

Nagypontosságú feszültségmérést korábban csak gondosan óvott, gyakran ellenőrzött kényes műszerekkel és kondicionált légterű laboratóriumokban lehetett elvégezni.

A technikai fejlődés, a fokozódó minőségi követelmények és a felgyorsult tempó gyakran kényszerűen megköveteli ma már azt, hogy a nagypontosságú méréseket üzemi körülmények között — esetleg gyártás közben folyamatosan — és főleg gyorsan, a helyszínen végezzenek el.

A mérések tárgya természetesen nem mindig feszültség, hanem mindenféle villamos jellemző, sőt tetszőleges egyéb paraméter, amely megfelelő érzékelőkkel villamos jellé konvertálható.

Az elektronika, a félvezető — és számítástechnika szédtően gyors fejlődésének köszönhetően a közelmúltban megjelentek azok a digitális multiméterek, amelyek a fenti igényeknek úgymint: nagy pontosság, stabilitás, nagy mérési sebesség, és a mérendő paraméterek sokfélesége — messzemenően eleget tesznek.

Az időközben világszerte szabványosított (IEC 625, GP-IB) sínrendszer segítségével pedig már többféle műszerkonfiguráció alakítható ki, amely egy vezérlő kisszámitógéppel tetszőleges mérésadat gyűjtési- és feldolgozá-

si feladatok automatikus elvégzésére alkalmas. Ezek az automatikus mérőrendszerek — idegen nevükön ATE (Automatic Test Equipment) rendkívül rugalmasan illeszthetők a mérési feladatokhoz. Egyszerűbb formájukban akár egy-két készülékkel is számos automatikus mérési feladatot képesek elvégezni.

Az alábbiakban bemutatásra kerülő digitális multiméterek messzemenően megfelelnek a vázolt feladatok megoldására, és ezt mindegyikükben közös konstrukciós elv: a mikroprocesszoros vezérlés teszi lehetővé.

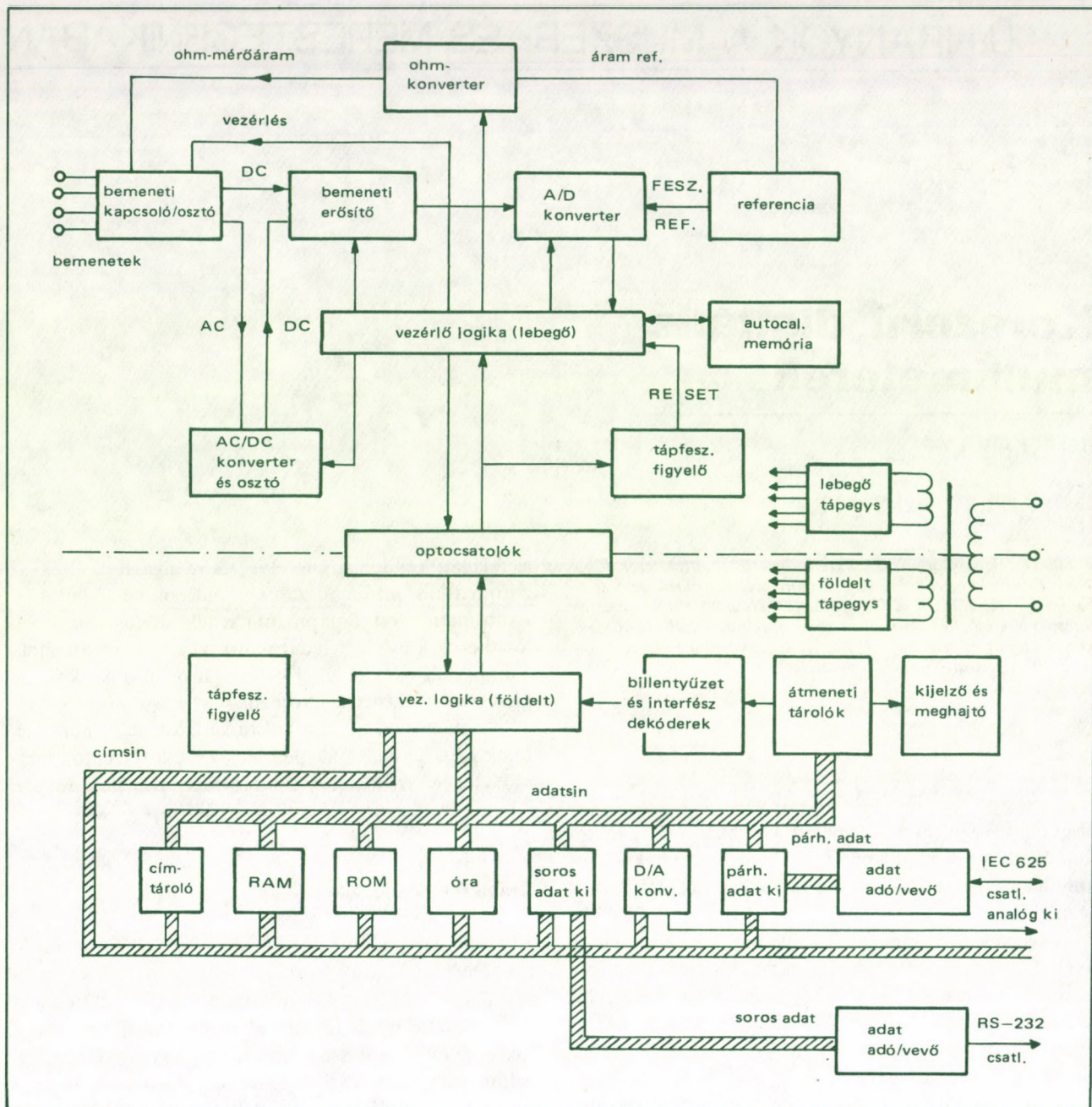
### Áramköri megoldások

Egy jellegzetes multiméter konstrukció (Solartron) vázlatos sémája látható az 1. ábrán. A Solartron cég korszerű digitális multiméterei két mikroprocesszorral működnek. Az ábra felső részén látható mérőkört a lebegő potenciálon levő mikroprocesszor vezérli, míg a kezelési, adatforgalmi, adatfeldolgozási és tárolási feladatokat a földpotenciálhoz kötött második mikroprocesszor látja el. A két processzor közötti adatforgalom optocsatolókon keresztül folyik. A nevesebb gyártók készülékeinek stabilitása, alaphibája, valamint mérési sebessége és egyéb szolgáltatásai lényegében megegyeznek. Legfeljebb egyes mérési paraméterek tekintetében ugrik ki e sorból némelyik típus.

A 90 napra vonatkoztatott egyenfeszültségű alaphiba specifikációk többnyire a 0,001...0,002% — egyszerűbben kifejezve: a 10...20 ppm (milliomodrész) tartományban vannak. Ilyenek többek között a Hewlett-Packard 3457 A, a Fluke 8505 A, a Datron 1081/2 vagy a Solartron 7061 típusai.

A 7081 típusú Solartron készülék — amely jelenleg a világ egyetlen 8 1/2 számjegyes, 10 nV felbontású mérő-  
készüléke már egy teljes évre garantálja a fenti pontosságot, sőt 9 évre előre ad becslést a hiba várható értékéről.





1. ábra. A Solartron-Schlumberger cég új digitális multimétereinek tömbvázlata.

Ez utóbbi azon a felismerésen alapszik, hogy a kalibráció után a járulékos hiba az idő függvényében négyzetgyökösén változik (2. ábra). A 7071 típusú készülékek mérési hibája így várhatóan időközi kalibrálás nélkül is 60 ppm-en belül marad 9 év alatt. E görbe másfelől igen jó tájékoztatást ad arról, hogy adott pontossági kívánalmak esetén milyen gyakran van szükség kalibrálásra.

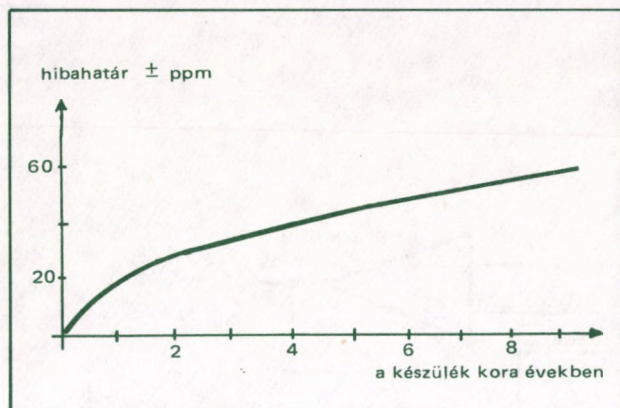
A váltófeszültség mérési hibáját is sikerült csökkenteni, a hangfrekvenciás tartományban közeledik a  $\pm 100$  ppm-hez. E tekintetben jelenleg világelső a Fluke cég 8506 A típusa, amely egyedülálló termikus effektívérték átalakítójának köszönhetően tetszőleges jelformára (8:1 csúscstényezőig) 160 ppm alatti hibát garantál 90 napra, míg 24 h-s stabilitása 25 ppm-en belül van.

Nagy bemenő ellenállásukkal tűnnek ki a Keithley cég multimétere. A 617 típusú programozható rendszerkompatibilis műszer bemenő ellenállása 200 Tohm ( $2 \times 10^{14}$  ohm), így igen alkalmas pl. sztatikus töltés mérésére, szigetelési ellenállás, sőt kapacitás mérésére is. Legkisebb felbontása árammérésnél 10–16 A.

Tekintsük át röviden azokat az áramköri megoldásokat, amelyek kis hiba értékek elérését lehetővé tették.

Egy digitális voltmérő hibáját alapvetően három tényező: a referencia forrás, az analóg-digitális átalakító és a bemeneti feszültségosztó határozza meg. Referencia forrásként a korábbi érzékeny és nagymértékben hőfokfüggő normálemek helyett ma már kizárólag Zenerdiódás áramköröket alkalmaznak. Az alkalmazásra ke-





2. ábra. A Solartron 7071 típusú készülék várható maximális mérési hibájának négyzetgyökös időfüggése (újrakalibrálás nélkül).

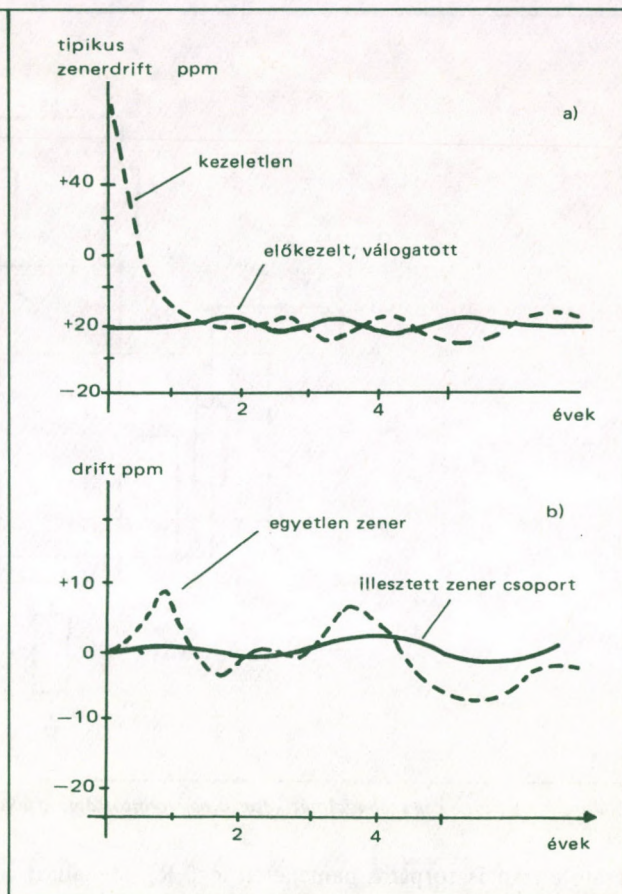
rülő referencia Zener diódákat speciális gyártású sokezer példányból válogatják ki. Az éveken át tartó öregítési eljárás és a folyamatos ellenőrző mérések során megfelelőnek talált példányok kerülnek azután alkalmazásra.

A Datron cég által alkalmazott Zener-diódák időbeli stabilitását mutatják a 3a és 3b ábrák.

Az ilyen referencia Zener-diódák hőfokfüggését megfelelő áramkörü megoldásokkal minimálisra csökkentik. A készüléken belüli termosztálást sokan ellenzik, mert a megemelt hőmérsékletű működtetés miatt a hosszú idejű stabilitás csökkenésére számítanak. E kérdés eldöntéséhez azonban még hosszú ideig tartó (8–10 éves) vizsgálatokra lesz szükség.

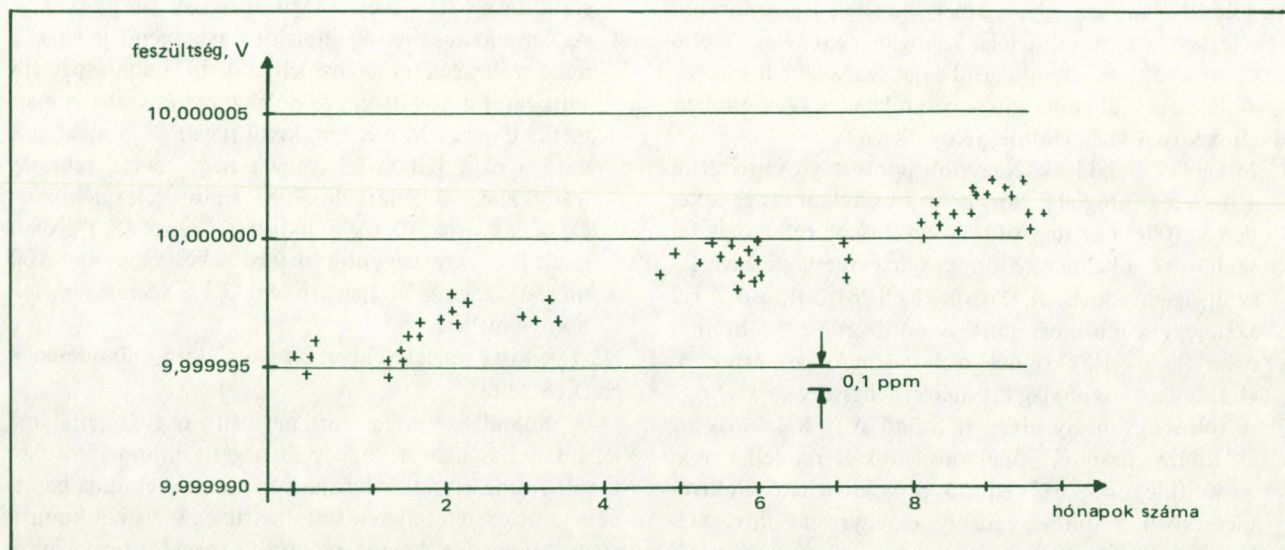
Az USA mérésügyi hivatala az NBS (National Bureau of Standards) tanulmányozta a kereskedelembe kapható Zener-diódás feszültség referenciákat. Az általuk végzett mérések tanúsága szerint e félvezető referenciák stabilitása megközelíti az 1 ppm/év értéket (4. ábra).

A váltakozó feszültségű mérési pontosság valódi effektívérték mérésnél megközelítőleg egy nagyságrenddel rosszabb az egyenfeszültségű adatokhoz képest, a pon-



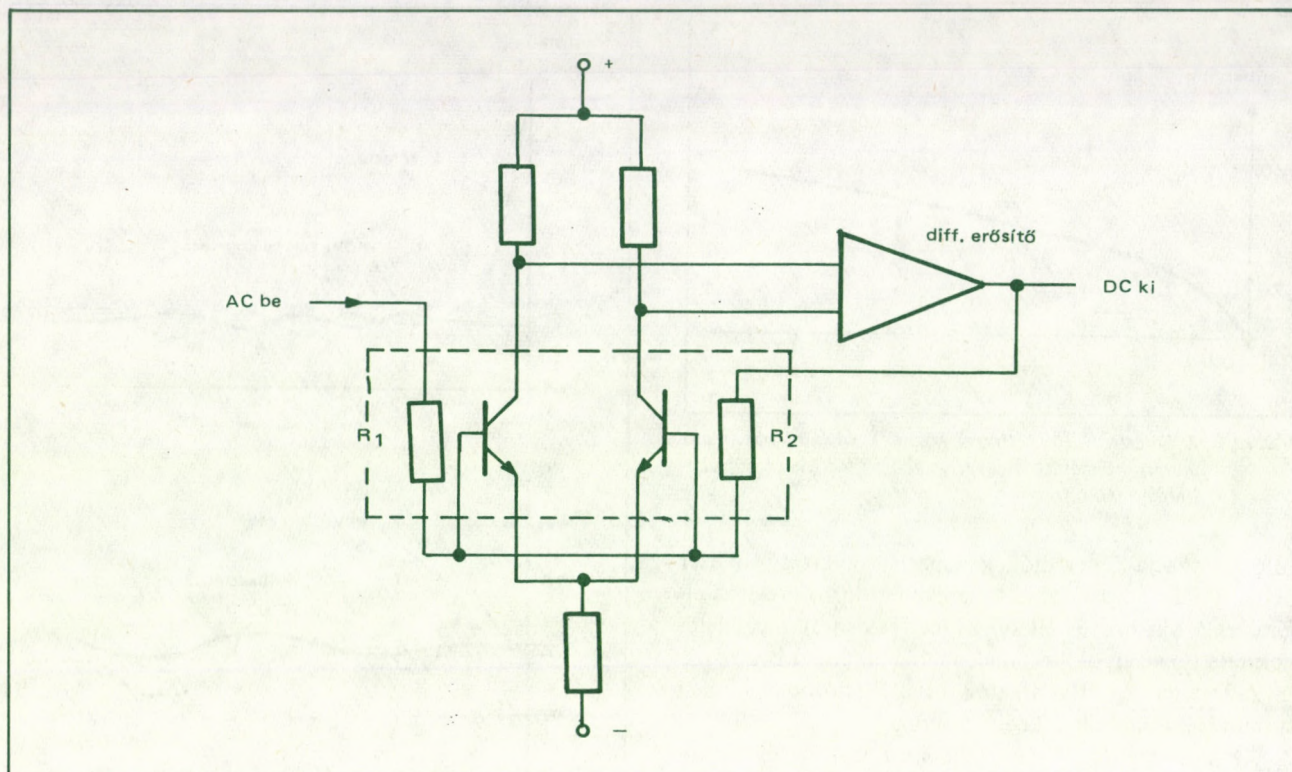
3. ábra. A Datron cég által mért adatok előkezelt válogatott és kezeletlen Zener-diódák stabilitásáról (a); a Datron cég illesztett (kompenzált) Zener-dióda csoportjainak időbeli stabilitása, összehasonlítva egyetlen zener stabilitásával (b)

tosságot gyakorlatilag az alkalmazott váltó-egyen átalakító határozza meg. A Fluke 8506 A típusú multiméterben alkalmazott – jelenleg a legjobbnak elismert – termikus átalakító vázlata az 5. ábrán látható. A termikusan



4. ábra. Az USA Mérésügyi Hivatala (NBS) által Zener referenciaforrásokon végzett stabilitás vizsgálatok eredménye.





5. ábra. A Fluke cég szabadalmát képező nagypontosságú effektív termál AC/DC átalakító vázlata.

csatolt tranzisztorpáros bemenetén levő  $R_1$  ellenállást a mérendő AC jel melegíti. Az emiatt a két kollektor közt fellépő DC potenciálkülönbség megfelelő erősítés után az  $R_1$ -el azonos értékű  $R_2$  ellenállást melegíti mindaddig amíg az egyensúlyi állapot be nem áll. Ilyenkor az erősítő kimenetén mérhető egyenfeszültség pontosan megfelel a bemenő váltófeszültség valódi effektív értékének, függetlenül a bemeneti jel formájától.

Nézzük most az egyenfeszültségű hibát meghatározó másik fontos áramkört: az analóg-digitális átalakítókat. Az idők folyamán számos A/D konverziós technika alakult ki. A nagy műszergyártók majd mindegyike más megoldást alkalmaz, olyat, amely az általa legfontosabbnak tartott szempontot leginkább kielégíti – és amelynek adott változata rendszerint saját szabadalmát képezi.

A korszerű digitális multiméterekben leggyakrabban alkalmazott A/D átalakítók a következők:

1. Integráló átalakítók. Nagyobb pontosságú változatuk a 4-szeres integrálás, amely a jobb felbontás érdekében kétféle: egy nagyobb és egy kisebb referencia feszültséget alkalmaz. Előnye a nagymértékű zavarfeszültség-elnyomás. A Datron cég 1081/2 típusú 7 1/2 számjegyű multiméterénél e módszerrel  $\pm 0,5$  ppm linearitást és 100 dB-nél jobb zajelnyomást értek el. Hátránya a viszonylag kis mérési sebesség.
2. A töltés-egyensúly elvén működő A/D átalakítók az előzőhöz hasonló tulajdonságokkal rendelkeznek. A Keithley cég 617 típusú programozható elektrométerében a töltés-egyensúly és egyszeres integrálás kombinációját alkalmazták.
3. A szukcesszív approximációs, vagy más nevén a ma-

radék recirkulációs A/D átalakítás lényege, hogy a mérendő jelet a referenciával összehasonlítva előáll az első (MSB) bit; a referencia precíziós leosztásával hasonló módon képződik a következő, végül az utolsó (LSB) bit. Eközben az átalakító az egyes lépcsőkben kapott részeredményt visszaalakítva újra a bemeneti jellel hasonlítja össze. E módszer jelentősége az, hogy igen jó felbontással egyidejűleg nagy mérési sebességet tesz lehetővé.

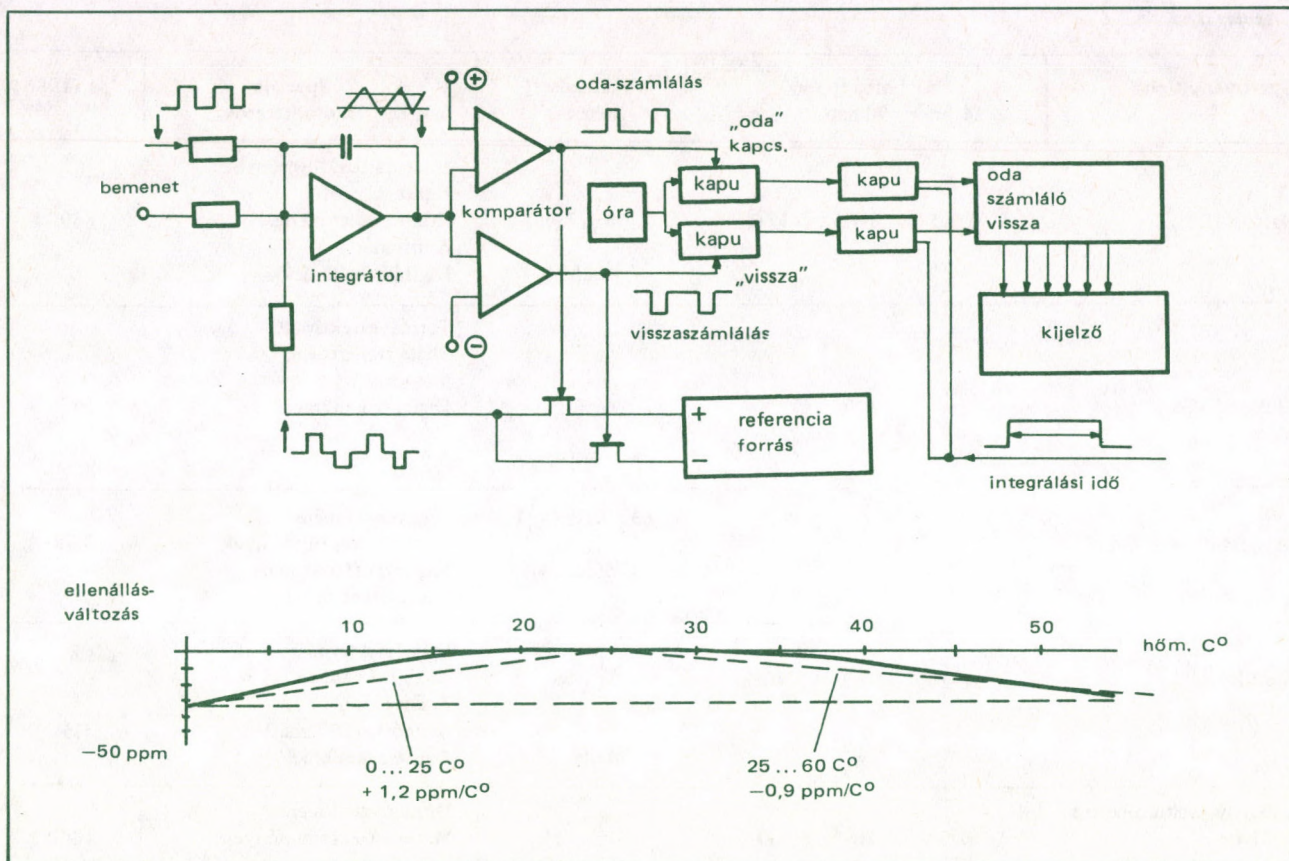
A Fluke cég 8505 A és 8506 A típusú multiméterei e módszerrel másodpercenként 500 mérést végeznek 6 1/2 digitos egyidejű felbontással. A készülék 24 h-s stabilitása a 10 V mérési tartományban  $\pm 6$  ppm.

4. Az impulzus-szélesség átalakító a bemenő jellel arányos szélességű impulzusokat állít elő. Ennek speciális változatát a Solartron cég dolgozta ki és szabadalmaztatta. E megvalósítás rendkívül rugalmasan alkalmazható a nagy felbontási, vagy a nagy mérési sebesség igényekhez. A Solartron 7081 típusú készülék ezzel az átalakítóval 10 nV felbontásra képes (8 1/2 digit kijelzés), vagy nagyobb mérési sebesség esetén 100 mérést végez másodpercenként 3 1/2 számjegyű felbontás mellett.

Nézzük kissé részletesebben ezen átalakító működésének elvét (6. ábra).

A dinamikus integrátort meghajtó négyszöghullámú jel integrálás után a pozitív és negatív komparátorokra kerül. A lineáris fel- és lefutású háromszöggel nulla bemeneti szint esetén teljesen szimmetrikus, így a két komparátor kimenetén kapott pozitív ill. negatív impulzusok szélessége azonos. E pulzusokkal FET kapcsolókat vezé-





6. ábra. A Solartron multimétereiben alkalmazott impulzus-szélesség A/D átalakító blokkvázlata (fent)

7. ábra. A Vishay-Welwin cég ultraprecíziós fémréteg ellenállásainak hőmérsékleti stabilitása 0... 60 °C között (lent)

relve precíziós pozitív és negatív referencia-feszültség impulzusok jutnak vissza a bemenetre. Ez a megoldás biztosítja a tökéletes szimmetriát és kiküszöböli az integrátor esetleges nullpont elcsúszásának hatását. Amikor a mérendő jel a bemenetre kerül, a szimmetria megszűnik és a mérendő jel nagyságától és a polaritástól függően a pozitív és a negatív impulzusok szélessége – ellenkező irányban – megváltozik. Negatív bemenő jel esetén a pozitív impulzusok szélesebbek, a negatívak keskenyebbek lesznek, pozitív bemenő jel esetén pedig fordítva. Ezek az impulzusok az „oda” ill. a „vissza” kapukat nyitják és azokon át kvarc-pontosságú órajelek jutnak az oda-vissza számláló regiszterbe. A megszámlált órajelek eredője – amely pontosan arányos a mérendő feszültséggel – a kijelzőre kerül.

A dinamikus integrátor kb. 6 ms időközönként végez egy ún. „mini” mérést, amely 3 1/2 számjegyű felbontásnak felel meg. A soronkövetkező „mini” mérések összegzésével a skála hossza 8 1/2 számjegyűre növelhető. A kívánt felbontást a kezelő az „integrálási idő” impulzus hosszával állítja be, amely a számláló előtti kapukat vezérli. A teljes integrálási idő alatt a bemeneti jel mérése folyamatos, így annak ingadozásait az átalakító átlagolja. A vázolt A/D átalakító linearitása jobb mint 0,3 ppm. E konverterrel működő 7081 típusú készülék 24 h-s stabilitása 1,2 ppm, egy évre vonatkoztatott maximális hibája pedig 11 ppm.

A multiméterek különböző méréstartományainak pontosságát meghatározó harmadik tényező a bemeneti osztó, ill. az egyes műveleti erősítők erősítését meghatározó ellenállások stabilitása és hibája. E célra ma már igen kifinomult technológiákkal gyártott kis hőmérsékleti együtthatójú, nagystabilitású fémréteg ellenállásokat ill. ellenállás-hálózatokat alkalmaznak.

Példaképpen álljon itt a Vishay-Welwin cég ultra-precíziós ellenállásainak néhány adata. A diszkrét ellenállások gyártási hibája:  $\pm 0,01\%$ , hőmérsékleti függése  $\pm 1 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$  szobahőmérséklet közelében. Szélesebb hőmérséklet tartományban mért hőmérséklet függése a 7. ábrán látható.

Az ellenállásoknak néhány MHz-ig frekvenciafüggésük gyakorlatilag nincs, zajuk nem mérhető. Éves tárolási stabilitásuk: 25 ppm.

A fenti precizitás és stabilitás értékek csak azért elégitik ki a precíziós multiméterek követelményeit, mert megfelelő osztó hálózatokba kapcsolva abszolút hibájuk kiesik és csak az egymás közötti arányok megváltozása okoz hibát.

### Szolgáltatások

A szokásos multiméter üzemmódok: az egyenfeszültség, egyenáram, váltakozófeszültség, váltakozó áram és 2 ill.



1. táblázat

Gyártmány/típus	Alaphiba (ppm)			Skálahossz/ sebesség	Speciális szolgáltatások	Ár (1986)
	24 óra	90 nap	1 év			
Datron 1081	5+1,5	8+1,5	11+1,5	$6\frac{1}{2}$ ( $7\frac{1}{2}$ ) 2/s	Matematikai függvények Limit, Max-Min, Hőmérséklet mérés Arány mérés Digitális kalibráció	8300 \$
Fluke 8506A	5+4	12+6		$6\frac{1}{2}$ ( $7\frac{1}{2}$ ) 500/s	Termál effektív AC Skála transzform. Memória Digitális kalibráció	6450 \$
Hewlett-Packard 3457A		17+7		$3\frac{1}{2}$ ... $6\frac{1}{2}$ ( $7\frac{1}{2}$ ) 1350/s... 4/s	Frekvencia mérés Matematikai függvények Memória (1000 adat) Multiplexer opció	3500 \$
Keithley 193	20+1	50+2	70+2	$3\frac{1}{2}$ ... $6\frac{1}{2}$ 1000/s... 5/s	Hőmérséklet mérés dB, Hi, Lo, átlag Arány mérés Memória (500 adat) Digitális kalibráció	3190 \$
Solartron-Schlumberger 7061 típ.	7+3	20+3	30+3	$4\frac{1}{2}$ ... $7\frac{1}{2}$ 1500/s... 0,5/s	Hőmérséklet mérés Matematikai függvények	4200 \$
7071 típ.	3+1		20+1	$3\frac{1}{2}$ ... $7\frac{1}{2}$ 100/s... 0,3/s	Arány mérés Memória (1500 adat) Multiplexer opció	5740 \$
7081 típ.	2+0,4		13+0,4	$3\frac{1}{2}$ ... $8\frac{1}{2}$ 100/s... 1/51/s	Digitális kalibráció	7580 \$

4 vezetékes ellenállásmérési mód. Ezek mellett gyakori még a termopár ill. platina-ellenállás érzékelős hőmérsékletmérési üzemmód, valamint ritkábban a frekvencia üzemmód. Sok készüléknél viszont elhagyják az árammérő funkciót.

A mikroprocesszor-vezérlés elterjedésével egyidejűleg számos újabb szolgáltatás vált lehetővé, illetve a korábbi szolgáltatások tökéletesebbé. Így pl. hőmérséklet mérésénél egy szubrutin linearizálja az érzékelő karakterisztikáját, és az eredményt közvetlenül °C-ban jelzi ki a készülék.

Hasonlóképpen elterjedt a mért eredménynek kívánt egységben történő átszámítása, pl. feszültség helyett közvetlenül dB-ben vagy %-ban történő kijelzése. Általában a legtöbb készülék képes az  $y=ax+b$  formula kiszámítására és alkalmazására, ahol  $x$  a mért érték és  $y$  a kijelzett érték. Az  $a$  és  $b$  értékek az előlapi billentyűzetről vihetők be. Szokásosak még (pl. a Solartron készülékeknél) a statisztikai számítások, így a mérések átlagának, varianciájának, négyzetes szórásának és négyzetes középértékének számítása és kijelzése.

Igen hasznos program az alsó-felső határ beállítással nyerhető „kicsi–nagy”, ill. „jó–rossz” válogatási lehetőség, amellyel már egyszerűbb mérésautomatizálás is megvalósítható.

A legtöbb készülék rendelkezik nem-felejtő belső memóriával, ahová 500... 1500 mérésadat – akár feldolgozás után is tárolható, úgy hogy a készülék kikapcsolása után is megmarad, így későbbi időben előhívható további értékelés vagy feldolgozás céljából. Ha a mérési sebesség elegendően nagy a bemenő jel frekvenciájához képest, úgy a program segítségével digitális jeltárolást valószínűsíthetünk meg viszonylag nagy pontossággal.

Az idő-program segítségével hívható a belső óra, amely az előírt időpontban és számban kezdeményez méréseket, így a készülék magára hagyva az ember számára kényelmetlen időszakban is (éjszaka, hétvégén) elvégzi a kívánt mérésorozatot, az eredményt pedig a memóriában tárolja, vagy kiadja nyomtatóra. Egyes multiméterek kiegészíthetők opcionális multiplexer kártyával vagy egységgel, amely lehetővé teszi a több csatornán való mérést a program által előírt sorrendben.



A vázolt programokból egyidejűleg több is futtatható, ily módon a mérési feladatok széles választéka végezhető el egyetlen programozható multiméter – mint „mini automata mérőrendszer” – segítségével. A mikroprocesszor mindezeken túlmenően magát a multimétert is ellenőrzi. Így bekapcsoláskor a fontosabb áramköröket sorra megvizsgálja, s csak ha mindent rendbenlevőnek talált – engedélyezi a mérések megkezdését. Ellenkező esetben hibaüzenetet küld, és általában jelzi is a hiba jellegét ill. helyét. Tárolja továbbá a legutolsó kalibrációs együtthatót is, amellyel a mért értékeket úgy korrigálja, hogy a kijelzőn a hitelesnek tekintett bemenő jel határozza meg az alaphibát. E digitális vagy „szoftver” kalibrációs programot kulccsal reteszelve billentyűzettel lehet általában használni, hogy illetéktelen személy ne juthasson hozzá.

Végül, de nem utolsó sorban a mikroprocesszor feladata a ki- és bemenetek vezérlése. A mért vagy tárolt adatokat a bit-soros (RS-232) vagy gyakrabban a bytesoros IEC 625 (IEEE 488, GP-IB) interfészen továbbítja a készülék a külvilág felé. Ugyanezen az úton történik a különféle parancsok, utasítások és címzés vétele távvezérelt üzemmódban. A megfelelő kisszámítógéppel az IEC 625 rendszerbe illeszthető – maximálisan 15 – a készülék és alkalmas programmal a gyakorlatban előforduló legtöbb mérésautomatizálási és adatfeldolgozási feladat megoldható.

Az ilyen automatikus mérőrendszerek (ATE) leggyakoribb elemei a tárgyalt multiméterek. A mérőautomatákkal szemben támasztott sebességi követelmények kielégítésére a gyártók nagysebességű rendszerkompatibilis voltmérőket fejlesztettek ki.

A Racal-Dana cég 6000 típusú készüléke például már 34 000 leolvasásra képes másodpercenként, 3 1/2 számjegyes felbontás mellett. A Keithley cég rendszer-multiméterei úgy alkalmazkodnak az IEC 625 rendszerhez, hogy belső fordító programjuk révén tetszőlegesen választhatók meg a készülékfüggő utasítás kódjai – így rugalmasan illeszthetők a mérőrendszer többi készülékének nyelvezetéhez.

## Szubjektív tényezők

A digitális technika, a számítógépek és mikroprocesszorok gyors fejlődésével együtt – érthető módon – az új mérnök generáció alapvetően digitális beállítottságú képzést kap. Ez meghatározza többségük gondolkodásmódját is, amely szerint a dolgoknak 100% pontosnak kell lenniük. Vagyis ha egy számítógép vagy programja egyetlen bit hibát vét – akkor rossz az egész. Az ilyen beállítottságú ifjú mérnök kétségbeesik, ha egy precíz 10 V-os kalibrátorra kapcsolt voltmérő nem 10,000 000 V értéket mutat.

Egészen másként látja ezt egy metrológus. Ő a mérési hibák elemzésének világában él és tudja, hogy abszolút pontos mérés nincsen, csak elfogadható. Legyen a kijelzés akár 8 számjegyes felbontású, érvényességét mindig kritikával kell elfogadni. Figyelembe kell venni a zaj, termofeszültség, környezeti hőmérséklet, földhurok stb. várható hatását.

Az automatikus mérőrendszer végképp nem vizsgálja meg az egyes mérések körülményeit, ezért itt is nélkülözhetetlen a metrológus szerepe, akinek nem csak az alkalmazott mérőműszerek specifikációját kell jól ismernie, hanem a helyi potenciális hibaforrásokat is.

Végezetül az alábbi táblázatban megadjuk néhány – a vizsgálódásaink alapjául választott készülék főbb adatait, és általunk ismert árait az ár/teljesítmény arány könnyebb összehasonlíthatósága érdekében (1. táblázat).

## Irodalom

1. Technology Report: „DMM's bring laboratory precision to the production floor” *Electronic Design*, May 16, 1985, 135–148 p.
2. Gépkönyvek: a Fluke 8506A, Solartron 7061, 7071, 7081 és 7151 típusú multiméterekhez (1986)
3. Katalógusok és adatlapok: a Datron 1081, Keithley 193, Hewlett-Packard 3457A típusú multimétereihez (1985–86)



# A MŰSZERKÖLCSÖNZÉS VILÁGTENDENCIA

## HAZAI VISZONYLATBAN A KÖLCSÖNMŰSZER KÜLÖNÖSEN ELŐNYÖS,

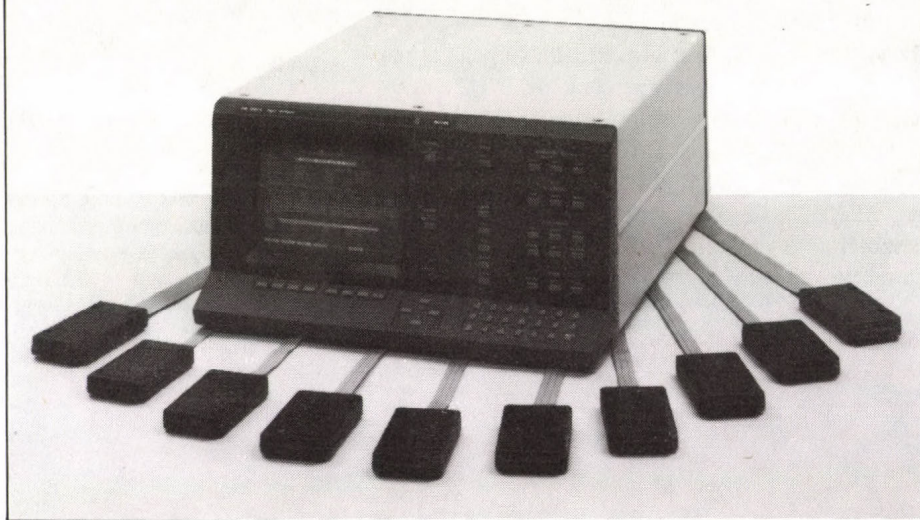
- mert: — nincs szükség kemény valutára nyugati műszerek beszerzéséhez  
— fogyóanyagok, tartozékok ugyancsak forintért rendelkezésre állnak  
— ingyenes bemutatás, házhozszállítás (Budapest területén)  
— Heti kölcsöndíj a műszer árának csupán 0,3– 1 %-a.

MŰSZERPARKUNKAT FOLYAMATOSAN FELFRISSÍTJÜK A  
LEGNEVESEBB MŰSZERGYÁRTÓK VILÁGSZINTŰ KÉSZÜLÉKEIVEL!



Schlumberger gym.  
2721 típ.  
frekvenciaszámláló

LEGÚJABB  
BESZERZÉSEINKBŐL:



Philips gym.  
PM 3551 típ.  
logikai analízátor

*Ezenkívül sokszáz egyéb új műszer áll az ön rendelkezésére!*

Kérje ingyenes KÖLCSÖNMŰSZER JEGYZÉKÜNKET!

FELVILÁGOSÍTÁS-ÜGYINTÉZÉS-ELŐJEGYZÉS:

450-903 vagy 662-366/176 telefonon,

vagy személyesen: MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA  
MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI FŐOSZTÁLY

Budapest XI., Szakasits Á. út 59– 61. I. em. 107. szoba





# A hőlencse- spektroszkópia

KŐFALVI JENŐ

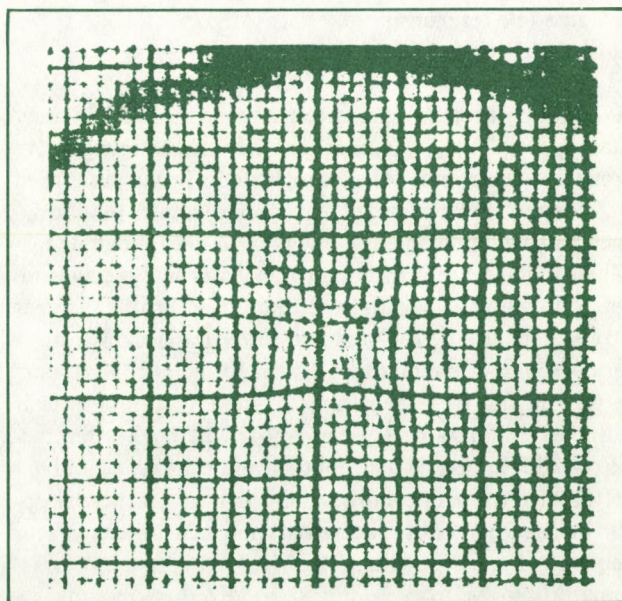
*A cikk az anyagban lézersugár által kiváltott változások új detektálási módját tárgyalja, mint az anyag és elektromágneses sugárzás kölcsönhatásának különleges esetét. Az alapvető ismertető bevezetés után a műszerépítés szempontjai kerülnek bemutatásra. Végül a gyakorlati alkalmazások sorát ismerhetjük meg, különösen az analitikai kémia terén.*

Amióta a molekula fluoreszcencia spektroszkópia műszeireibe lézer fényforrásokat építettek be, az érzékenység és alsó kimutatási határ tekintetében jelentős javulást értek el a hagyományos gerjesztő fényforrásokkal szemben. Ez annak köszönhető, hogy a beeső lézerfény nagyobb fluxusa következtében a mintában megnő az emittált fény intenzitása. A jelentéktelen fluoreszcens kvantumhatásfokkal rendelkező molekulákra nézve is az alsó kimutatási határ javulását érhetjük el azonos érzékenységgel, ha a lézerfény hatására keletkezett gerjesztett állapotok túlnyomórészt sugárzás mentes megszűnése következtében keletkező hődiszzipációt figyeljük meg. Az igen kis abszorpciók szilárdfázisú mintákban történő meghatározásának ilyen hőtani megközelítése a mérés-technika olyan külön osztályát képezi, amelyen belül a különbségek a mintában bekövetkező hőmérséklet növekedés mérésének módjától függenek. A kalorimetriát a közvetlen, termoelemmel történő hőmérsékletváltozás mérésre vezethetjük vissza és általában egy referencia mintával hasonlítja össze a mérendőt. A fotoakusztikus spektroszkópia egyfelől a minta felett levő gázban fellépő nyomás változás mérését, másfelől a kondenzált fázisú minta kiterjedésének közvetlen mérését jelenti. [1] Interferencia spektroszkópiában a mintát egy Michelson, vagy Zehnder-Mach interferométer egyik sugárútjába helyezzük el, és a hőmérséklet változás hatására bekövetkező törésmutató változást követik.

MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK  
1987. 42. sz. p. 37–43.

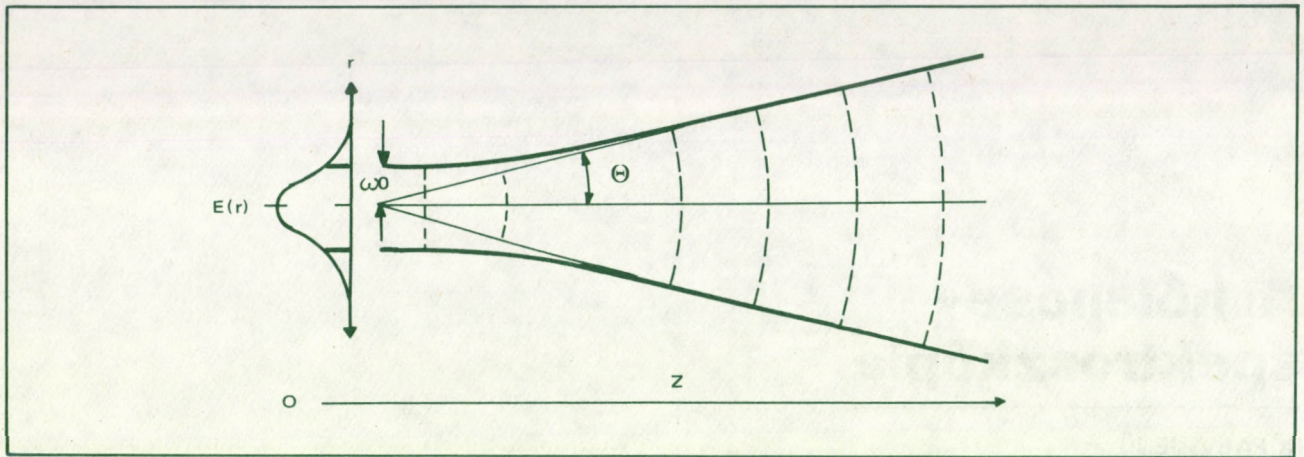
A hőlencse vagy hőfelfűvódás effektust kihasználó spektroszkópia hasonló az interferometriához, mert a mintában a hőmérséklet növekedés a fényabszorpcióval kapcsolatos és azt törésmutató változásként detektálják.  $TEM_{0,0}$  módusú lézert használva gerjesztésre – az ilyen lézerfény ernyőn felfogott képe kör alakú, intenzitása a Gauss-görbe szerint változik és sugárirányban szimmetrikus – a minta legerősebben a sugár középpontjában fog melegedni, ugyanis az intenzitás ott a legnagyobb. Ennek eredményeként a mintában egy lencséhez hasonló optikai elem képződik a sugárközpont és környezete között kialakuló hőmérsékletgradiens hatására. A legtöbb anyagban az ilyen hőmérséklet növekedés kisebb törésmutatót eredményez, mert az optikai úthossz rövidebb a középpontban, így a kialakult elem szórólencsének felel meg (1. ábra).

A hőlencse szokatlan optikai elem, ugyanis hatása a lézersugár mentén időfüggő. Ha egy folyamatos hullámú



1. ábra. Szórólencsét képező hőlencse megjelenése az anyagban





2. ábra. A Gauss-féle lézersugár terjedése:  $\omega_0$  a minimális folt méret,  $\Theta$  sugárdivergencia állandósult szöge,  $E(r)$  a sugárirányú amplitúdó eloszlás a Gauss görbe szerint.

(CW) lézer és a minta közötti sugárutat fényretesszel kezdetben zárjuk, majd nyitjuk, a mintában a lencse kialakulásához véges idő szükséges. Az állandósult állapotot akkor érjük el, amikor a lézer fűtési sebessége — amely a minta abszorpciójától és a lézer teljesítményétől függ — egyenlővé válik a hővesztesség sebességével, az pedig a fellépő hőmérsékletváltozástól és az oldószer hővezetőképességétől függ.

A hőlencse jelenléte a mintában viszonylag kényelmesen detektálható, ha meghatározzuk azt a változást, amelyet a lencse idézett elő a lézersugár terjedésében. Ezt úgy is megtehetjük, hogy egy második ún. mérő lézert alkalmazunk és ennek a sugárváltozását figyeljük meg. Tekintet nélkül arra, hogy egy vagy két lézeres megoldást választunk, a lencse effektus, és az optikai rendszertől függő változások mennyiségi leírásához az egyszerű optikai elemeken áthaladó Gauss-féle lézersugár terjedését kell megismerni.

### A Gauss-féle lézersugár optikai elemeken való áthaladása

A legtöbb lézer az alapvető tranzverz módusban vagy másképpen  $TEM_{0,0}$  módusban kényszerül rezegni. Az emisszió elektromos térerő amplitúdója homogén térben a Z tengely mentén terjed a 2. ábrán látható módon. A matematikai leírást mellőzve jegyezzük meg, hogy az anyagban foglalja a hullám longitudinális és tranzverzális fázis változásait, a sugárirányú amplitúdó profilt, a sugár divergenciáját stb. A Gauss-féle intenzitáseloszlású sugár terjedésének a leírásához az összes formulát egy paraméterrel kell felírni. Ez a paraméter nem más, mint a sugár komplex rádiusza  $q$ . Így egy optikai elemnek a lézersugárra való hatása jellemezhető azáltal, hogy az milyen változást okoz a  $q$  komplex rádiuszban. A geometriai optikából származtatott sugárzásátviteli mátrix és a Z tengely menti sugárterjedés biztosítja, hogy  $q$ -ra nézve szisztematikusan változó számítási módszerhez jussunk. A komplex rádiusz:

$$\frac{1}{q} = \frac{1}{R} - \frac{i\lambda}{\pi\omega^2}$$

ahol  $R$  az állandó fázisú gömfelszín görbületi sugara,  $\lambda$  hullámhossz,  $\omega$  foltátmérő és  $i$  a képzetes egység. Ha  $q_0$  és  $q_1$  egy optikai elembe belépő és azt elhagyó sugár komplex rádiuszai, akkor kapcsolatba hozhatók egymással a következő egyenlettel:

$$q_1 = \frac{Aq_0 + B}{Cq_0 + D},$$

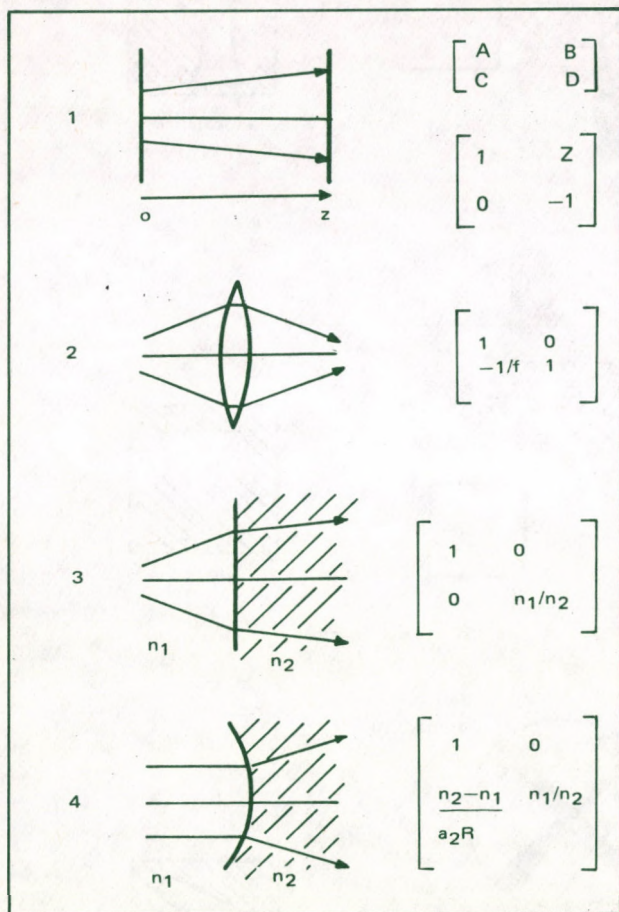
ahol  $A, B, C$  és  $D$  a kérdéses optikai elemre vonatkozó sugárzás átviteli mátrix elemei. A leggyakrabban előforduló optikai elemek és a hozzájuk tartozó mátrix a 3. ábrán láthatók. Ha a lézersugár  $N$  darab egyszerű optikai elemből álló rendszeren halad át, akkor a sugár terjedését egyszerűen számíthatjuk úgy, hogy az utóbbi egyenletet egymás után alkalmazzuk mindegyik elemre.

A hőlencsének mint optikai elemnek a sugár terjedésére gyakorolt hatását a 4. ábrán követhetjük. A sugár középrészén látható összeszűkülő szakaszt az anyagban keletkezett hőlencsének tulajdonítják és a lézersugár hőlencse transzformációjának nevezik. Az ilyen transzformáció matematikai tárgyalásától eltekintünk, de megjegyezzük, hogy a levezetésben előforduló fizikai-kémiai fogalmakkal összefüggésben a hőlencse spektroszkópia kifejezés mellett a szakirodalomban a hőlencse kalorimetria, a fototermális effektus és hőlencse elhajlás elnevezések is előfordulnak. [2]

A levezetés értelmezéséből három alapvető gyakorlati következtetés vonható le. Az első az, hogy a mintát fókusz távolságnyra kell elhelyezni a sugárszűkülettől, azért, hogy biztosítani lehessen a reprodukálhatóságot és a maximális érzékenységet. A második az, hogy ha a cella úthossz közel azonos a fókusz távolsággal, akkor mindig találunk egy ésszerű úthosszt, amely mellett még



optimális érzékenység érhető el, a hőlencse nem lineárisan változik az úthosszal. Végül, analitikailag jól használható négyzetes összefüggést kapunk a mennyiségi értékléshez.



3. ábra. Egyszerű optikai elemek sugár átviteli mátrixa: 1 – szabad terjedés a Z tengely mentén, 2 – f fókusz távolságú gyűjtőlencse, 3 – síkfelületű dielektrikum, 4 – R sugarú homorú felszínű dielektrikum

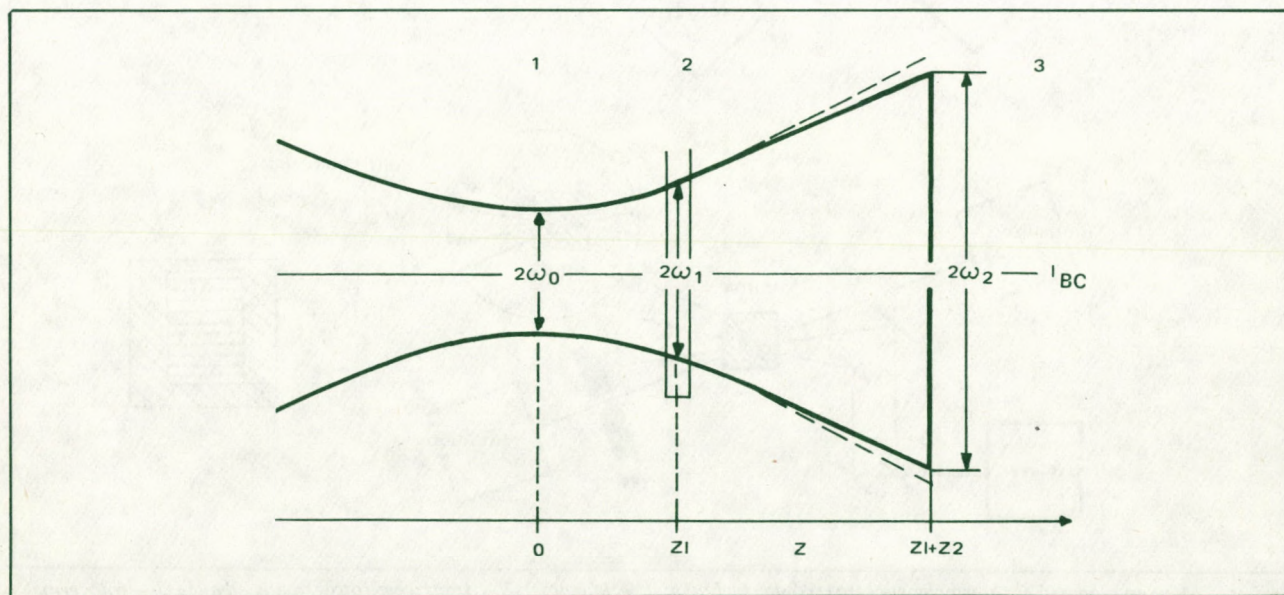
## A hőlencse spektroszkópia műszereinek elvi felépítése

Általában ismeretes a délibáb fogalma, de már kevésbé köztudott, hogy az a levegő törésmutató változásának egy olyan különleges esete, amely a napsugárzás hatására jön létre, még kevésbé tudott, hogy az nem más mint fototermális hőlencse keletkezése következtében előálló fényelhajlás, vagy egész egyszerűen hőlencse effektus. A hőlencse spektroszkópiában a különböző halmazállapotú mintákban lézersugárral keltett törésmutató változást mérik, mint az anyag és elektromágneses sugárzás kölcsönhatásának esetét. Az elmúlt két évtized alatt, amelyre ez a technika visszatekinthet, négy alapvető műszerépítési elv alakult ki, amelyeket az 5. ábrán mutatunk be. [3]

A legkorábban a hőlencse eljárás született meg, amely azon a megfigyelésen alapszik, hogy a mintán áthaladó lézersugár hatására a fellépő lokális melegedés törésmutató változást eredményez és szórólencsét képez, amely az őt létrehozó lézersugarat szórja. Az abszorpcióban bekövetkező kis változást, mint a lézervolt méretének változását könnyű fotodiódával detektálni. [4,5,9]

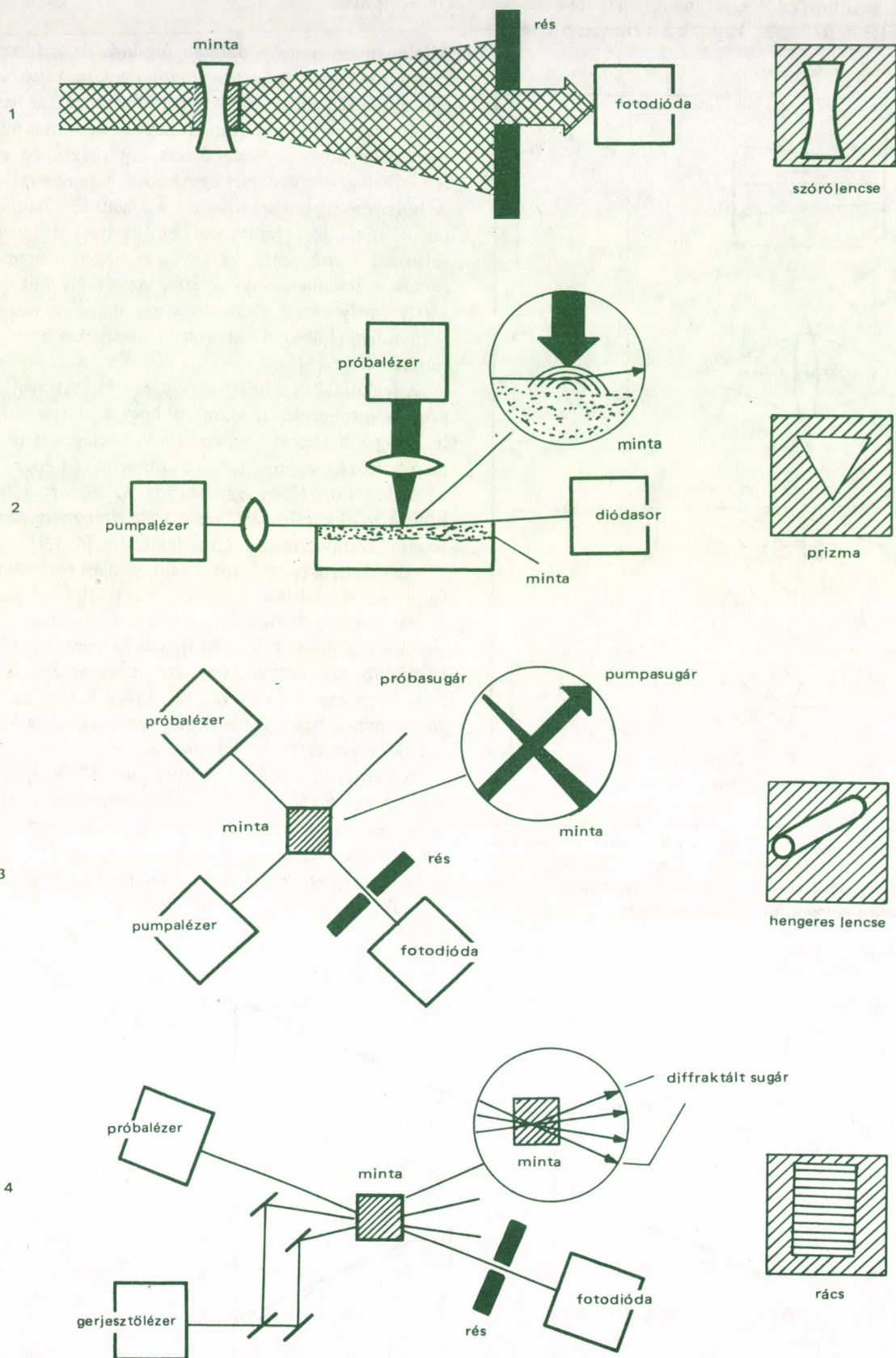
Az ún. transzverz fototermális elhajlási technikánál az impulzus üzemű lézersugár a minta felületével párhuzamosan esik be és fűti annak felszínét. A generált hőimpulzusok a minta felszínén impulzus- vagy modulált törésmutató gradienst hoznak létre, amelyet úgy detektálnak, hogy egy második ún. mérő vagy próba lézer sugarát a minta felszínére merőlegesen beejtve az elhajlást mérik helyzetérzékelő detektorral.

A harmadik eljárást a fototermális refrakció kifejezés fedti. A hőlencsét a próba lézer sugarának elhajlásával detektálják, oly módon, hogy a lézert a mintával tengely irányban helyezik el. A lencsében így fellépő elhajlást kollineáris, vagy vonalbaeső fototermális elhajlásnak nevezzük.



4. ábra. Optikai elrendezés a hőlencse módosító hatásának detektálására: 1 – sugárszűkület, 2 – cella, 3 – rés





5. ábra. A négy alapvető fototermális spektroszkópai technika: 1 – hőlencse, 2 – transzverz fototermális elhajlás, 3 – fototermális refrakció, 4 – fototermális diffrakció



Míg az első eljárás elsősorban gázok mérésére, addig a második szilárd minták mérésénél előnyös. A harmadik módszer előnye a minimális minta térfogat és az egyfázisú fototermális kísérleteknél a legjobb térbeli és időbeli felbontás.

A negyedik lehetőség a fototermális diffrakció mérése. Ekkor a gerjesztő és mérő vagy próba lézer sugara valamilyen hegyesszög alatt keresztezi egymást a mintában és keletkezett hatást egy harmadik lézer sugarával, vagy optikai leosztás útján a gerjesztő lézer sugarának egy részével vizsgálják fotodióda segítségével. [6,7,8]

Szemléletesen látható az 5. ábrán az, hogy az egyes mérési módszereknél milyen diszkrét optikai elem az, amely közelíti a kialakult törésmutató eloszlást. Ezek a fenti sorrendnek megfelelően a gömblencse, a prizma, a hengeres lencse és a rács. A mérőműszerekben leggyakrabban a hélium-neon lézereket, a CW lézereket és argon-ion lézereket alkalmaznak. A jelfeldolgozás elektronikai elemei a lock-in erősítők, oszcilloszkópok, kétcsatornás boxcar integrátor számítógéppel, fotodiódasorok, éldiódák, ezenkívül kiegészítő optikai egységek, sugárszaggatók stb. [4]

Az érdeklődő olvasó számára alább felsorolunk néhány gyakorlati alkalmazással kapcsolatos hasznos információt:

- az alkalmazott oldószer kis abszorpciójú, alacsony hővezetőképességű, magas törésmutató hőmérséklet függésű ( $dn/dT$ ), nem poláris; [2,3,4,5,19,21,32]
- oldott anyag kis koncentrációban van jelen, nem fluoreszkál, abszorpciójuk az oldatban  $< 0,05A$ ; [6,12,16,17,27]
- az érzékenység függ a hőlencse fotométer építési módjától is; [4,23]
- igen előnyös kis mintatérfogatban (néhány  $\mu l$ ) való mérésre; [6,7,13,14,15,25,32]
- alkalmas erősen szóró anyagok pl. porok, de kövületek, ásványok, emberi haj stb. meghatározására is. [2,3]

## Analitikai alkalmazások

A hőlencse effektus igen hasznos lehet szilárd testek, folyadékok, gázok fizikai és kémiai jellemzésénél. Az analitikai gyakorlatban leggyorsabban a kromatográfia területén terjed el a hőlencse spektroszkópia, mint az anyagdetektálás különleges nyomelemző esete. Elsőként a folyadékkromatográfias detektorok választékát bővítették vele, de bevezették a folyadékba injektáló analízis eljárásoknál is. [10,12,13,14,15] A 6. ábrán bemutatunk egy tömbvázlatot az ilyen mérőrendszer egységeinek a kapcsolásáról. A módszer folyadékkromatográfias alkalmazásának egyik újabb változatában a hőlencsét a lézersugár modulációs frekvenciájának második harmónikusaként regisztrálják.

Ebben az esetben például a lineáris koncentráció tartomány o-nitro-anilinnal  $0,9 \dots 46 \text{ ng}/\mu l$ . [11] Ez a technika előnyös áramló rendszerekben való alkalmazásra foto-

kémiaileg instabil vegyületek meghatározásánál, minimálisan csökkentve azok bomlását. [16] További előnye, hogy alacsony abszorpciójú oldatoknál nanoliter térfogatban is intenzív jelet ad, azonosidejű a jelfeldolgozás és könnyű az alkalmazása. [17] A folyadékkromatográfiában felhasznált hőlencse fotométerek érzékenységére jellemző pl. hogy 120 fg-nyi aminosavak nehézség nélkül mérhetők. [3]

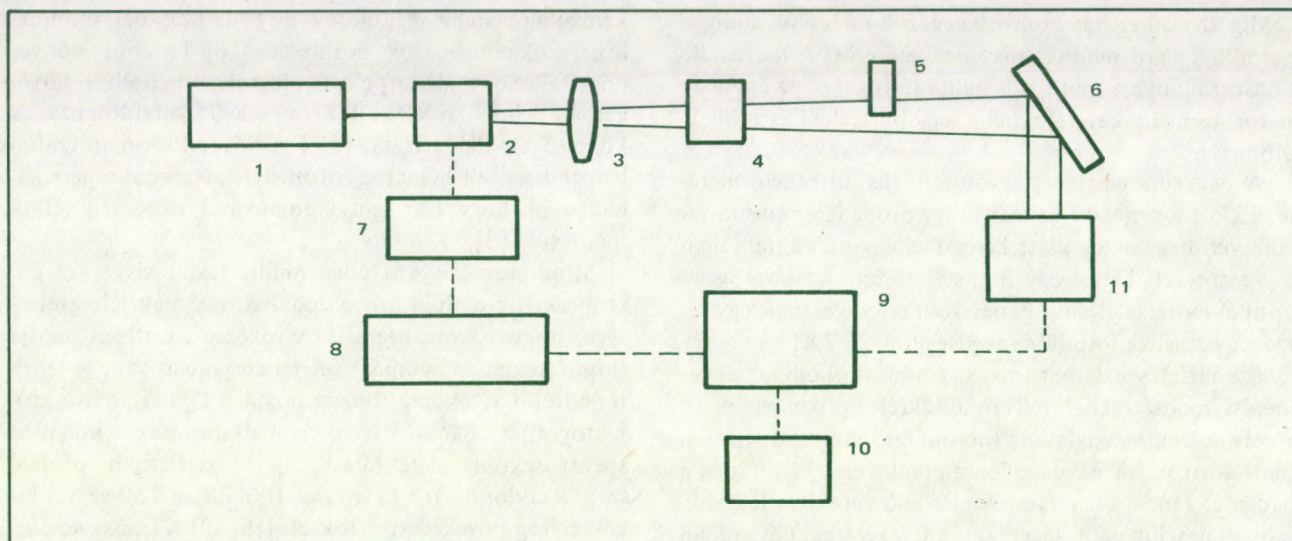
Mindössze két évtizedes múltat tekint vissza az ún. szuperkritikus fluid kromatográfia, melynek jellegzetessége, hogy a kromatográfias vívőközeg a kritikus pontja (hőmérséklet és nyomás) feletti állapotban van. A legelterjedtebb vívőközeg a széndioxid ( $CO_2$ ). Ennél a kromatográfias eljárásnál is sikerrel alkalmazzák a hőlencse spektroszkópia detektálást. Egy vizsgálatban például széntetrakloridra ( $CCl_4$ ) nézve 100- illetve 150-szeres érzékenység növekedést értek el. [18, 19] A transzverz fototermális eljárás alkalmazásának szép példája a formaldehid nyomelemző kimutatása levegőmintából a ppb koncentráció tartományban. [20]

A mérés ez esetben a transzverz fototermális elhajlás meghatározásán alapszik, a mintában képződött optikai elem a prizmával azonosítható. A nyomelemzés egy más változatában néhány nanogramm mennyiségű rezet mutattak ki hőlencse típusú egy lézeres mérő összeállítás segítségével, amelyben az azonosítható optikai elem szóró gömblencse. [21] Az utóbbi hőlencse típusú mérés két különleges változatában időfelbontású és differenciális mérő megoldást fejlesztettek ki. Az előbbi a mérés kinetikai közelítése, az utóbbi a referencia és ismeretlen minta közötti különbséget vizsgálja. [22, 23] A folyamatos mérések megvalósítására is kidolgoztak egy műszert, amellyel a légköri nitrogéndioxidot ( $NO_2$ ) a ppb tartományban detektálhatják. [24] A mérési eljárás a fototermális diffrakciónak, a képződött optikai elem a rácsnak felel meg.

Az utóbbi években kifejlesztették az infravörös tartományban működő lézerekkel dolgozó mérőberendezéseket és a gázfázisú nyomelemző eljárásokat is. [25,26] Ezzel a módszerrel a légköri ózon réteget károsító diklór-difluor-metán mérhető a ppb tartományban. [27] A szilárd testek, nevezetesen az elektrokémiában használatos elektródák felületén végbemenő folyamatok, illetve a felületükön képződött filmek tanulmányozására is megszülettek a megfelelő felépítésű fototermális spektroszkópok és mérési módszerek. [28] Egy kísérleti elrendezésben például savas oldatba merülő aranyelektrod oxidációját követték amint réz rakódott rá. [29] Különleges példája a hőlencse technika alkalmazásának, az a módszer amelynek segítségével a különböző optikai telítési effektusokat egymáshoz viszonyítva vizsgálják. [30] Például az előbb említett diklór-difluor-metán detektálva megfigyelték amint a hőlencse jellegű jelet meghaladta a fototermális elhajlás típusú jel. Ezzel a kérdéses vegyületre nézve igen alacsony kimutatási határt ( $1 \dots 2 \text{ ppb}$ ) értek el.

Végezetül de nem utolsósorban egy rendkívül izgalmas nem analitikai alkalmazásról is illik szót ejteni, annál





6. ábra. Kísérleti hőlencse spektroszkópiai mérőelrendezés tömbvázlata folyadékkromatográfiás célokra; 1 – argonion lézer, 2 – Bragg-cella, 3 – lencse, 4 – kromatográfiás mérőcella, 5 – apertura, 6 – sugárosztó, 7 – jelvezető, 8 – négysszög hullám generátor, 9 – hurokerősítő, 10 – regisztráló, 11 – fotodióda

is inkább mert magyar kutatók szintén végeznek ilyen kutatásokat. A fúziós plazma kísérleteknél lézerekkel hőlencsét generálnak a plazmába és az effektus detektálása eredményeként többek között az elektronsűrűsége következtetnek. Ilyen vizsgálatok folynak a Magyar Tudományos Akadémia Központi Fizikai Kutató Intézetében működő Tokamak típusú reaktoron [31]. Nem lehet közbömbös számunkra, hogy a világon mindössze 4-5 laboratóriumban képesek ilyen mérésekre és ezek közül az egyik magyar.

#### Irodalom

- [1] Kőfalvi J.: A fotoakusztikus spektroszkópia (PAS) és néhány alkalmazása. Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények, 31. sz. 5...9 p. 1981.
- [2] Harris, J.M.-Dovich, N.J.: Thermal lens calorimetry. Anal. Chem. Vol. 52. 695A...706. p. 1980.
- [3] Morris, M.D.-Konan Peck.: Photothermal effects in chemical analysis. Anal. Chem. Vol. 58. 811A...822A. p. 1986.
- [4] Yen Yang: Thermal lens spectrometry based on single-laser/dualbeam configuration. Anal. Chem. Vol. 56. 2336...2338. p. 1984.
- [5] Carter, C.A.-Harris, J.M.: Comparison of single- and dual-beam configuration for thermal lens spectrometry. Anal. Chem. Vol. 55. 1256...1261. p. 1983.
- [6] Dovich, N.J.-Nolan, T.G.-Weimer, W.A.: Theory for laser-induced photothermal refraction. Anal. Chem. Vol. 56. 1700...1707. p. 1984.
- [7] Pelletier, M.J.-Harris, J.M.: Pulsed laser induced thermal diffraction for absorption measurements in small volumes. Anal. Chem. Vol. 55. 1537...1543. p. 1983.
- [8] Pelletier, M.J.-Thorsheim, H.R.-Harris, J.M.: Laser-induced thermal diffraction for calorimetric absorption measurements. Anal. Chem. Vol. 54. 239...242. p. 1982.
- [9] Yen Yang: Rotorefflected laser beam thermal lens spectrometry. Anal. Chem. Vol. 58. 1420...1424. p. 1986.
- [10] Yeung, E.S.-Synovec, R.E.: Detectors for liquid chromatography. Anal. Chem. Vol. 58. 1237A...1256A. p. 1986.
- [11] Teng-Ke Joseph Pang-Morris, M.D.: Liquid chromatography detection at the second harmonic of the modulated thermal lens. Anal. Chem. Vol. 56. 1467...1469. p. 1984.
- [12] Dovich, N.J.-Harris, J.M.: Thermal lens calorimetry for flowing samples. Anal. Chem. Vol. 53. 689...692. p. 1981.
- [13] Sepaniak, M.J.-Vargo, J.D.-Kettler, C.N.-Maskarinec, M.P.: Open tubular liquid chromatography with thermal lens detection. Anal. Chem. Vol. 56. 1252...1257. p. 1984.
- [14] Carter, C.A.-Harris, J.M.: Thermal lens absorption measurements on small volume. Anal. Chem. Vol. 56. 922...925. p. 1984.
- [15] Yen Yang-Hairrell, R.E.: Single-laser/crossed-beam thermal lens detection for short path length samples and flow injection analysis. Anal. Chem. Vol. 56. 3002...3004. p. 1984.
- [16] Leach, R.A.-Harris, J.M.: Real-time thermal lens absorption measurements with application to flow-injection systems. Analytica Chimica Acta, Vol. 164. 91...101. p. 1984.
- [17] Teng-Ke Joseph Pang-Morris, M.D.: Differential thermal lens liquid chromatography detector. Anal. Chem. Vol. 57. 2153...2155. p. 1985.
- [18] Leach, R.A.-Harris, J.M.: Thermal lens absorption measurements by flow injection into supercritical fluid solvents. Anal. Chem. Vol. 56. 2801...2805. p. 1984.
- [19] Leach, R.A.-Harris, J.M.: Supercritical fluids as spectroscopic solvents for thermo-optical absorption measurements. Anal. Chem. Vol. 56. 1481...1487. p. 1984.
- [20] Alfheim, J.A.-Langford, C.H.: Determination of formaldehyde with the thermal lens effect. Anal. Chem. Vol. 57. 861...864. p. 1985.
- [21] Dovich, N.J.-Harris, J.M.: Laser induced thermal lens effect for calorimetric trace analysis. Anal. Chem. Vol. 51. 728...731. p. 1979.
- [22] Dovich, N.J.-Harris, J.M.: Time-resolved thermal lens calorimetry. Anal. Chem. Vol. 52. 2338...2342. p. 1980.
- [24] Tatsuji Higasi-Totaro Imasaka-Nobuhiko Ishibashi: Thermal lens spectrophotometry with argon laser excita-



- tion source for nitrogen dioxide determination. Anal. Chem. Vol. 55. 1907...910. p. 1983.
- [25] *Nickolaisen, S. L. - Bialkowski, S. E.*: Pulsed infrared laser thermal lens spectrophotometry of flowing gas samples. Anal. Chem. Vol. 57. 758...762. p. 1985
- [26] *Tatsuji Higashi - Totaro Imasaka - Nobuhiko Ishibashi*: Thermal lens spectrophotometry of gaseous hydrocarbon molecules in the infrared region. Anal. Chem. Vol. 56. 2010...2013. p. 1984.
- [27] *Long, G.R. - Bialkowski, S.E.*: Pulsed infrared laser thermal lens spectrophotometric determination of trace-level gas-phase analytes: quantitation of parts per billion dichlorodifluoromethane. Anal. Chem. Vol. 56. 2806...2811. p. 1984.
- [28] *Brilmyer, G.H. - Bard, A.J.*: Application of photothermal spectroscopy to in-situ studies of films on metals and electrodes. Anal. Chem. Vol. 52. 685...691. p. 1980.
- [29] *Akira Fujishima - Hideki Masuda - Kenichi Honda*: Measurement of gold electrode surface changes in situ by laser photothermal spectroscopy. Anal. Chem. Vol. 52. 682...685. p. 1980.
- [30] *Long, G.R. - Bialkowski, S.E.*: Saturation effects in gas phase photothermal deflection spectrophotometry. Anal. Chem. Vol. 57. 1079...1083. p. 1985.
- [31] *Bakos, J. - Földes, I.B. - Sörlei, Z.*: High intensity narrow light pulse produced by self-focusing in laser spark. Journal of Applied Physics. Vol. 52. 627...634. p. 1981.
- [32] *Nolan, T.G. - Weimer, W.W. - Dovichi, N.J.*: Laser-induced photothermal refraction for small volume absorbance determination. Anal. Chem. Vol. 56. 1704...1707. p. 1984.

„VALAMELY JELENSÉGET AKKOR ISMERÜNK, HA MÉRNI TUDJUK...”

(Lord Kelvin)

## A műszer drága dolog... kivéve – ha csak a mérések elvégzéséig vesszük igénybe!

Használjon ezért kölcsönműszert, amely

- olcsó, mert a heti kölcsöndíj csak 0,5...1,25%-át teszi ki a műszer vételárának;
- pontos, mert műszerparkunkat folyamatosan felfrissítjük a legnevesebb műszergyártók termékeivel;
- kényelmes, mert mi gondoskodunk Budapest területén a műszer házhoz szállításáról, valamint a szükséges fogyóanyagokról.

Raktárról azonnal kiszolgáljuk az alábbi műszerekkel:

- **Oscilloszkópok**: 2 sugaras valósidejű, tároló vagy mintavételező típusok;
- **digitális frekvenciamérők**: 1000 MHz-ig;
- **univerzális vizsgálóműszer** (Versatester): amely digitális multiméter, digitális frekvenciamérő, jelalak-generátor, stabilizált tápegység egyetlen műszerként (heti kölcsöndíja: 400 Ft);
- **regisztráló műszerek**:  
X-Y írók,  
12 csatornás pontírók,  
kompenzográfok;

- **szelektív mikrovoltmérők** (mérővevők):  
1000 MHz-ig;
- **mikroszkópok**: biológiai, kutató, polarizációs;
- **személyi számítógépek, GP-IB rendszervezlők pl.**:  
Rohde-Schwarz PUC,  
Hewlett-Packard 9815,  
Rolitron ROSY 80 B,  
SZKI MO8,  
EMG 666B;

- és még sok száz egyéb műszer.

A kért műszer esetleges hiánya esetén igényét beérkezési sorrendben elégítjük ki.

Egyéb új igényeket műszerparkunk fejlesztésekor messzemenően figyelembe vesszünk.

Kérje ingyenes kölcsönműszerjegyzékünket!  
Felvilágosítás, ügyintézés, előjegyzés a 450-903 telefonon, vagy személyesen.

Címünk:

MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat  
Műszerkölcsönzési Főosztály  
Budapest XI. Szakasits Á. út 59–61.



**Az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat Szaktanácsadási osztálya kibővíti eddigi tevékenységi körét, új szolgáltatásként vállalja az ügyfelek igényeinek megfelelően műszer és méréstechnikai dokumentációk, elemző tanulmányok elkészítését.**

A testek egyik legfontosabb állapotjellemzője a hőmérséklet, melynek pontos ismerete sok esetben komoly műszerezettséget és méréstechnikát igényel. Ehhez ad segítséget a

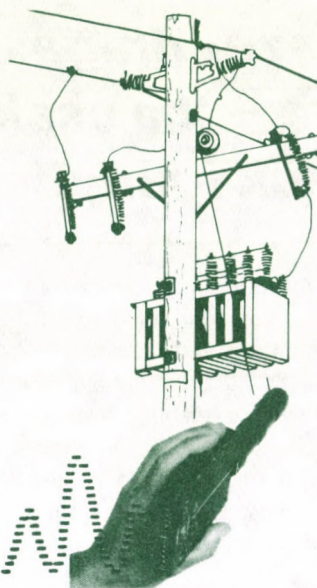
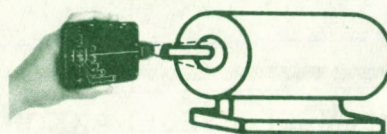
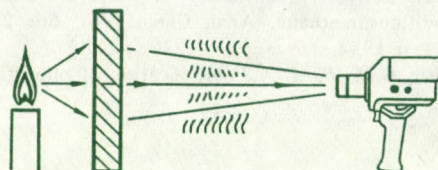
## **MAGAS-HŐMÉRSÉKLETŰ ÉRINTÉSNÉLKÜLI HŐMÉRSÉKLETMÉRÉS**

témájú összeállítás

A dokumentáció tartalma:

- kb. 10 oldal áttekintés az érintésnélküli hőmérsékletmérési módszerekről, a felhasználói igények figyelembevételével;
- kb. 50–60 műszergyártó cég érintésnélküli hőmérsékletmérő műszerprospektusából xerox másolat (kb. 100 oldal);
- összehasonlító táblázat a különböző mérőműszerekről műszaki adataik alapján, különös tekintettel a felhasználási szempontokra;
- hazai referencia: kb. 70 különféle érintésnélküli hőmérsékletmérő műszer és azok hazai üzemeltetőinek adatai az Országos Műszernyilvántartás számítógépes adatbázisából (kb. 30 oldal);
- Szolgálatunk kölcsönműszerparkjában található érintésnélküli hőmérsékletmérő műszerek adatai (műszaki adatok, kölcsönzési díj).

A fentiekén túlmenően mód van egyéb különleges igények (pl. helyszíni konzultáció, egyedi alkalmazási problémák) figyelembevételére is.



*A teljes dokumentáció elkészítését max. 1 hónapos határidővel vállaljuk!*

**Cím: MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI  
SZOLGÁLATA  
SZAKTANÁCSADÁSI OSZTÁLY**

Budapest XI., Szakasits Á. út 59–61.  
Levélcím: Budapest, Pf. 58. 1502  
Telefon: 662-366/201 m.  
Telex: 22-6936 akamu



# ESPI: a lézer újfajta mérés-technikai alkalmazása

CSONT TAMÁS

*A cikkben a szerző az elektronikus szemcsekép interferometria elvét és deformációmérésre való felhasználását ismerteti, mint a lézerek mérés-technikai alkalmazásának legújabb területét.*

A fizikusok már a 60-as években felismerték, hogy a lézer legtöbbet ígérő alkalmazási területei valószínűleg a híradás- és a mérés-technika lesznek. A jóslat igaznak bizonyult, de a vártnál sokrétűbben fejlődött a lézertechnika. Széles körű alkalmazásra talált a lézer minden olyan területen, ahol segítségével leegyszerűsödött, illetve egyáltalán lehetővé vált bizonyos problémák megoldása.

A lézerek legfontosabb felhasználási területeit az alkalmazás gyakoriságának sorrendjében az 1. táblázat tartalmazza. Az optikai mérési módszerek az egyéb mérési módszerek közül eddig is kitűntek pontosságukkal és megbízhatóságukkal. A lézerek felfedezése sok újat hozott e területen. A lézersugár különleges tulajdonságai révén nemcsak a mérési módszereket tette gyorsabbá és pontosabbá, hanem számos olyan új lehetőséget is megnyitott, amelyekre korábban gondolni sem lehetett. Egyik ilyen alkalmazási terület [1] az elektronikus szemcsekép interferometria (ESPI: Electronic Speckle Pattern Interferometry).

## Deformáció- és rezgésvizsgálat

A deformáció-vizsgáló módszerek alapjában két csoportra oszthatók.

1. Az első csoportba azok a hagyományos módszerek tartoznak, amelyeknél egy érzékelő a vizsgált felületnek csupán egy pontját képes megfigyelni. Ilyenek például az induktív-, kapacitív- stb. nyúlásmérő bé-

lyekkel, vagy rezgőhúros érzékelővel történő vizsgálatok.

2. A második csoportba a teljes felületet egy műveletben mérő optikai rendszerek tartoznak. Ezek a következők:

- optikai polarizskóp,
- Moire-eljárás,
- koherens optikai módszerek: holografikus interferometria, elektronikus szemcsekép interferometria.

Fent ismertetett eljárások közül a szemcsekép interferometria, mint koherens optikai mérési módszer, a legkorszerűbb deformáció- és rezgésvizsgáló mérési eljárás.

## Koherens optikai deformációvizsgálat

Elmozduló, rezgő felületek deformációs képének rögzítésére régóta ismert módszer a holografikus interferometria. [2] E nagyérzékenyséű mérés-technikai eljárás nagy hátránya azonban, hogy a hologram előhívása, reprodukálhatóvá tétele körülményes és időigényes folyamat.

A mérési idő minimálisra csökkenthető, a kiértékelés pedig jelentősen leegyszerűsíthető, ha a viszonylag bonyolult fotografikus regisztrálás helyett pl. videokamerát alkalmazunk megfelelő optikai elrendezésben. Ezt az elrendezést alkalmazzák az elektronikus szemcsekép interferométerekben. [3]

A módszer lényege: ha koherens lézersugár verődik vissza diffúz felületről, akkor a visszavert sugár szemcsés képet mutat. Mivel a felület egyenetlenségei véletlenszerű eloszlásúak, ezért a tárgy előtti térben is véletlenszerű lesz az eredő intenzitás. Ezt szemcseképnek nevezzük, és a felületen fellépő konstruktív, ill. destruktív interferencia okozza. [4]

Egy rezgő diffúz tárgyfelületről alap- és deformált állapotban a szórt hullámfrontok fázishelyes összehasonlítása a rögzített interferometrikus szemcsekép-mezők korrelációjának vizsgálatával történik. A tárgyfelület



1. táblázat. A lézerek legfontosabb felhasználási területei az alkalmazás gyakoriságának sorrendjében

Tudományág	Felhasználás	Alkalmazás alapja	Lézerfajta
Geodézia Építészet	nagy pontosságú táv mérés, földmérés, irányzás	kis divergencia, koherencia	He-Ne
Orvostudomány Gyógyászat	fekélyes sebek kezelése, diagnosztika, szem-, gége- műtétek	nagy intenzitás, polarizáció, koherencia	rubin, CO <sub>2</sub> argon-ion He-Ne
Elektronika Alkatrészipar	mikroáramkörök előállítás, maszkkészítés, ioninplantált chipek hőkezelése, alkatrész-hegesztés	nagy intenzitás, hőhatás, nagy hatásfokú impulzusok	rubin impulzus Nd: YAG Xenon
Méréstechnika	hosszmérés (LIDAR) sebességmérés (LDA) deformációvizsg. (ESPI, holografikus interferometria)	koherencia  kis divergencia	He-Ne CO <sub>2</sub> rubin
Hírközlés	adatátvitel száloptika segítségével, távkommunikáció	széles sávú modulálhatóság, nagy teljesítmény	félvezető CO <sub>2</sub>
Gépipar Fém megmunkálás	alkatrészgyártás, gépek beállítása, hegesztés	nagy hatásfokú impulzusok hőhatás	Nd: YAG CO <sub>2</sub> , rubin argon-ion
Anyag megmunkálás	különböző anyagok vágása, fúrása, hegesztése	nagy teljesítménysűrűség	CO <sub>2</sub> Nd: YAG
Számítástechnika	adatátvitel, -tárolás	koherencia	He-Ne

alakváltozására jellemző adatok korrelációs csíkok formájában jelentkeznek. Így egy rezgő alkatrész maximális elmozdulása azokból a csomóvonalakból kiindulva határozható meg, ahol a minta képe a legvilágosabb.

Az ESPI módszer egyetlen hátránya, hogy felbontóképessége csak 40 vonal/mm a hologram 2000...3000 vonal/mm-es képfelbontásával szemben. Ebből következik, hogy a hologram különféle testek mikroszkopikus tartományban levő interferencia-finomszerkezetének rögzítésére, míg az ESPI módszer a lézerrel megvilágított tárgyfelület szemcseszerkezetének, és a szemcsék elmozdulásainak (felületi deformáció) fényinterferencia útján történő megfigyelésére alkalmas.

Az 1. ábrán látható felvétel a BME Fizikai Intézetének Koherens Optikai Laboratóriumában készült, amely a laboratóriumban kifejlesztett ESPI-vel tanulmányozott rezgő hangszórómembrán deformációs képét szemlélteti; 7 ill. 12 kHz gerjesztő frekvencia mellett. A kísérletek alapján az elektronikus szemcskép interferometria nagyon jó módszernek bizonyult hangszórómembránok gyártás utáni ellenőrzésére.

A deformáció és rezgés a szemcskép interferometria alkalmazásával azonnal mérhető. A tárgy hullámfront fázishelyes rögzítését videokamera közvetítésével, elektronikusan oldják meg. Az elektronikus képinformáció-tárolás nagymennyiségű adat gyors elemzését teszi lehetővé; nagyfokú biztonsággal. [5]

### A szemcskép interferometria

#### elvi alapjai

Egy adott apertúrarekesz által határolt optikai leképezés esetén a tárgyról érkező sugarak térbeli interferenciája révén szemcskép keletkezik (2. ábra). A tárgyfelületek egy pontjáról kiinduló fény a lencsén áthaladva az érzékelő ernyőn nem egy pontként, hanem egy fénykorongként jelentkezik. A fényelhajlás (diffrakció) miatt a felület egy pontja mindig egy diffrakciós korong (fényfolt) lesz, melyben a fényerősség a centrumtól a korong széléig fokozatosan csökken.

A fizika diffrakcióelmélete alapján az elhajlási korong átmérője:

$$d = 1,22 \cdot \frac{M+1}{M} \cdot \lambda \cdot \frac{f}{a} \quad (1)$$

ahol  $\lambda$ : a lézer hullámhossza

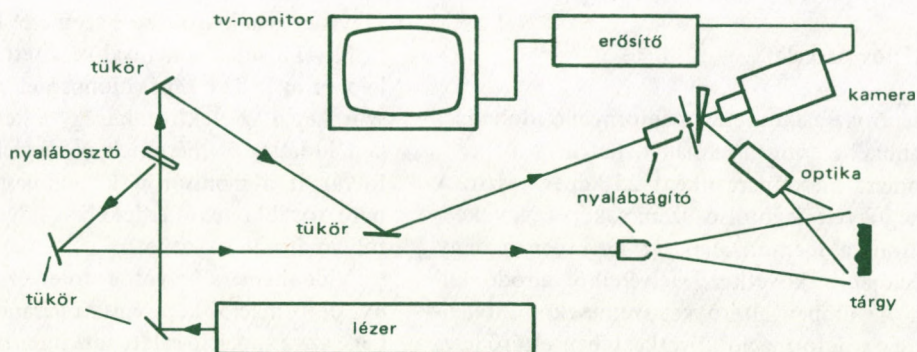
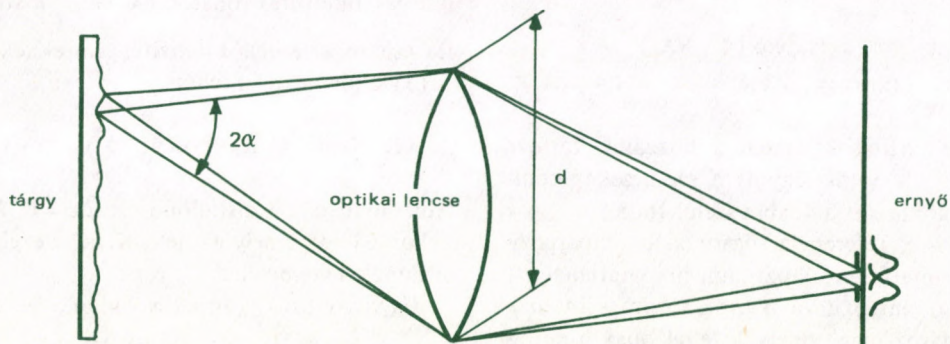
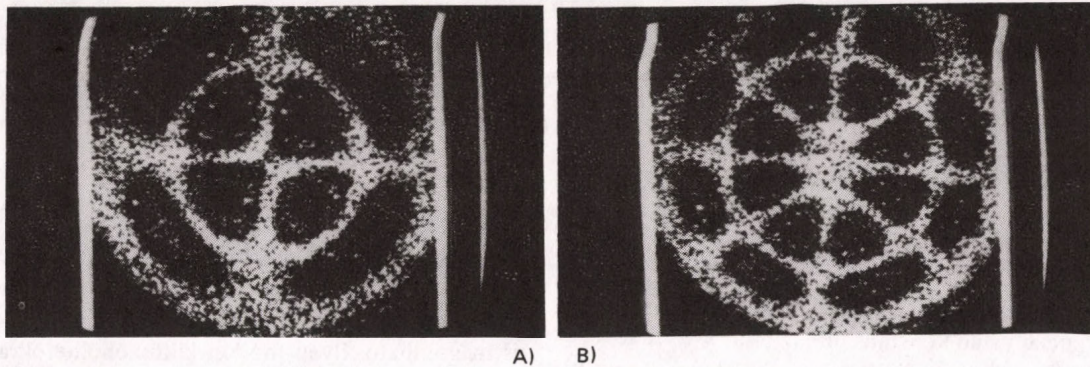
M: a leképező rendszer nagyítása

f: a leképező lencse fókusz távolsága

a: az apertúra átmérője.

Koherens, monokromatikus síkhullámmal (lézerfény) megvilágítva a tárgyfelület két egymáshoz közeli pontját, az elhajlási képek átfednek, és interferenciakép keletkezik. Ha a tárgyat  $A_0 e^i$  intenzitású megvilágító- és  $A_r e^i$  intenzitású referenciasugárral világítjuk meg, az er-





1. ábra. Rezgő hangszórómembrán stacionárius rezgési amplitúdóeloszlása TV-monitoron szemlélve (A: 7 kHz, B: 12 kHz)

2. ábra. Szemcsekép keletkezése térbeli interferencia révén  $d$ : az apertúra átmérője  $2\alpha$ : az interferáló sugárnyalábok közötti szög

3. ábra. Optikai felépítésű szemcsekép interferométer vázlata

nyőn keletkező eredő intenzitás:

$$I = |A_R e^{i\phi_R} + A_O e^{i\phi_O}|^2 = A_R^2 + A_O^2 + 2A_R A_O \cos(\phi_O - \phi_R) \quad (2)$$

Ez az interferenciajelenség azonban nem tükrözi a hologram finomszerkezetét, hisz az  $A_O^2(x, y)$  intenzitás nem homogén mennyiség, hanem a sötét-világos foltok statisztikai eloszlása.

Referencianyaláb használatával a szemcsekép meg-

duplázható, ami a jelfeldolgozás egy hatékony módszerre. [6]

A leképező lencse apertúrájának növelése, vagy csökkentése módot ad a szemcsekép változtatására, különösen pedig az összeállításban alkalmazott videokamera felbontóképességének javítására.

#### Az optikai rendszer elrendezése

A 3. ábra egy elektronikus szemcsekép interferométer felépítését ábrázolja. A lézersugár a nyalábosztón átha-



ladva szórt megvilágító sugárnyalábbá és referencianyalábbá oszlik. A koherens nyalábbal megvilágított tárgy képét az optika a videokamerára képezi le; a szemcsenagyságot az alkalmazott rekesz a videokamera feloldóképességéhez illeszti. A referencianyaláb egy másik – az optikai elrendezéstől függő – optikai úton szintén a videokamerára jut.

A videokamera a tárgyról érkező rezgéképet modulált elektromos jellé alakítja. Ez a jel a (2) összefüggés alapján 3 rész-intenzitásból áll:

- a tárgy szemcskép-intenzitása:  $A_O^2(x,y)$
- a referencianyaláb konstans intenzitása:  $A_R^2$
- az interferencia intenzitás-szintje:  $A_O A_R \cos(\phi_O - \phi_R) = A_O A_R \cos \Delta \phi$

ahol:  $\Delta \phi = 0, 2\pi, \dots, 2n\pi, \dots$  esetén:  $I = (A_O + A_R)^2$   
 $\Delta \phi = \pi, 3\pi, \dots, (2n+1)\pi, \dots$  esetén:  $I = (A_O - A_R)^2$

Az egyes részintenzitások esetén a hozzájuk tartozó fényintenzitások (és velük együtt a szemcskép-kontrasztosságok) különbségét a 4. ábra szemlélteti.

A megvilágító- és referencia sugárnyaláb szuperpozíciója nem vezet interferenciához, mint holográfiánál; itt ugyanis az azonos intenzitású pontok sorozata intenzitásvonalakat határoz meg, amelyek felrajzolják a deformációképet.

#### Kettős expozíciós vizsgálat

ESPI-vel történő vizsgálat esetén a deformáció időbeli lefolyása az alábbiak szerint tanulmányozható.

A videokamera másodpercenként 25 képet készít. A kamerával megfigyelt legutolsó szemcsképet egy képrögzítő elektronika memorizálja, ezt követően a tárgy  $\Delta Z$  deformációját a következő felvételtől adódó különbség adja. Az időben eltérő két szemcskép intenzitás-eloszlása így a deformáció következtében eltérő lesz:

$$1. \text{ kép: } I_1 = A_O^2 + A_R^2 + 2 \cdot A_R \cdot A_O \cdot \cos(\phi_O - \phi_R), \quad (3)$$

$$2. \text{ kép: } I_2 = A_O^2 + A_R^2 + 2 \cdot A_R \cdot A_O \cdot \cos(\phi_O + \Delta \phi - \phi_R),$$

$$\text{ahol: } \Delta \phi = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda} \cdot 2 \Delta Z$$

A fotografikus regisztrálással ellentétben – ahol az intenzitások csak összegezhetők – a videokép memorizálásának segítségével az intenzitások különbségének képzése is megoldható. Ilyen módon kiküszöbölhetők azok a felesleges intenzitás-vonalak ( $A_O^2 + A_R^2$ ), amelyek holográfia esetén a térbeli intenzitás-szinteknek felelnek meg. A (3) képlet alapján tehát:

$$\Delta I = I_1 - I_2 = 2 \cdot A_R \cdot A_O \cdot [\cos(\phi_O - \phi_R) - \cos(\phi_O + \Delta \phi - \phi_R)] \quad (4)$$

Amennyiben a fáziskülönbség:  $\Delta \phi = 0, 2\pi, \dots, 2n\pi, \dots$ , akkor  $\Delta I = 0$ , amely azt jelenti, hogy ezeken a pontokon eltűnnek a szemcsék.

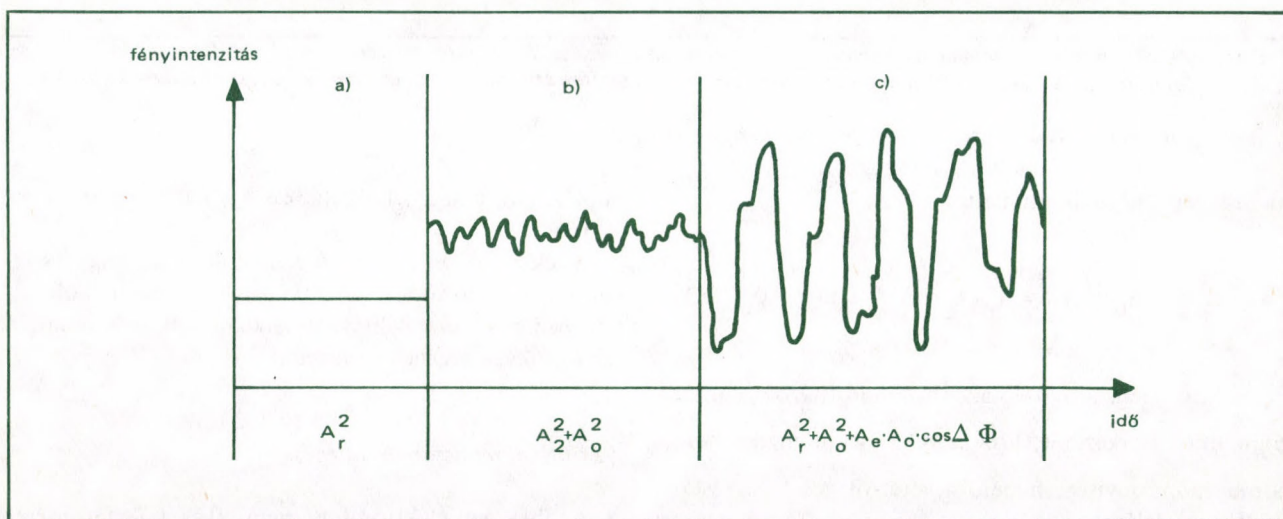
Ha viszont  $\Delta \phi = (2n + 1)\pi$ , akkor

$$\Delta I = 4 \cdot A_R \cdot A_O \cdot \cos(\phi_O - \phi_R),$$

vagyis erősen kontrasztos szemcsét kapunk.

Mivel a videokamerával készített és tárolt deformációs kép és az előző kép különbségét másodpercenként 25-ször képi az elektronika, így a kettős megvilágítás egyben időátlagolt mérésnek is megfelel, és a deformációs folyamat a monitoron kényelmesen szemlélhető, valamint további mérés érdekében videorekorder segítségével folyamatosan rögzíthető.

Videokamera helyett fotolemez is alkalmas a pillanatnyi deformációs kép regisztrálására. Mivel ebben az esetben az expozíció alatt az intenzitások összegződnek,



4. ábra. A szemcskép-kontrasztosságok különféle részintenzitások esetén a) konstans referencia-jel; b) statisztikus eloszlású, kontrasztgyény szemcskép; c) az interferencia energiaszintjével modulált, kontrasztgazdag szemcskép



megfigyelhetővé válnak olyan szemcse-kontraszthatárok is, amelyek egyébként nehezen észlelhetők alacsony intenzitásuk miatt.

### Időátlagolt vizsgálat

Ha a tárgy pont [7] a megfigyelési irányban  $\omega > 25$  Hz frekvenciával végez rezgést, akkor a tárgy pont amplitúdója:

$$A = A_0(x, y) \cdot e^{i(\phi_0 + \Psi \sin \omega t)} \quad (5)$$

ahol:  $\Psi = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda \cdot 2S}$  : a hullámszám,

$2S$  : a rezgés amplitúdója.

Ekkor a videokamerára jutó közép-intenzitás:

$$\begin{aligned} \bar{I} = \langle I(t) \rangle &= \frac{1}{T} \cdot \int_0^T |A_0 e^{i(\phi_0 + \Psi \sin \omega t)} + \\ &+ A_r e^{i\phi_r}|^2 dt = A_0^2 + A_r^2 + \\ &2 \cdot A_0 \cdot A_r \cdot \cos(\phi_0 - \phi_r) \cdot J_0(\Psi) \end{aligned} \quad (6)$$

Az interferencia energiaszintjét egy  $J_0$  Bessel-függvény lineárisan modulálja, amely a megfigyelhető kontrasztosságban  $J_0^2$  periodicitással mutatkozik, akárcsak holografikus interferometria esetén. Mivel  $S = \Psi = 0$  esetén  $J_0 = 1$ , ekkor a szemcsék teljes modulációt szenvednek, így a kép erősen kontrasztos lesz.  $J_0$  valamennyi nullátmeneténél viszont elenyésző a modulációs-energiszint, ennek következtében a szemcsékép elmosódott és teljesen kontrasztmentes lesz. Tehát a modulációs energiaszint

minimuma és maximuma egyforma hatást mutat; vagyis mindkét esetben a szemcsékép erősen kontrasztos, amely így növekvő amplitúdót jelent.

### Vizuális kiértékelés

A videokamera a mérendő deformáció helyi rezgéképét elektronikus jellel alakítja. Ez a videojel elektronikus úton javítható; nő a kontraszt.

Szűrőrendszerrel a megfigyelő számára a kontrasztgazdag szemcsék képe javítható, míg a kontrasztszegény szemcsék kiszűrhetők. [8] Az előbbieket képe éles, világos képet ad a monitoron, míg ez utóbbiak elmosódott foltként jelentkeznek.

### Irodalom

1. Jones, R. – Wykes, C.: Holographic and Speckle Interferometry = Cambridge University Press, 1983, 1...7p.
2. Lhotzky, A.: Physical Optics in the Factory Works – Holographic Quality and Safety Test with a Laser and Thermoplast = Industrial and Production Engineering, 4, 1982, 66...68 p.
3. Nakadate, S. – Yatagai, T. – Saito, H.: Computer-Aided Speckle Pattern Interferometry = Applied Optics, Vol 22, No 2, 1983.
4. Butlers, J. N. – Leendertz, J. A.: Speckle Pattern and holographic Techniques in Engineering Metrology = Optics and Laser Technology, 13, 1981, 26...30 p.
5. Montgomery, P. C. – Tyrer, J.: The Use of Electronic Speckle Pattern Interferometry, Loughborough University Press, 1986, 1...11 p.
6. Weber, J.: Laser-Anwendung zur elektronischen Speckle-Pattern-Interferometrie = Feinwerktechnik und Messtechnik, 94, 1986, 426...429 p.
7. Hurden, A. M.: Vibration Mode Analysis using Electronic Speckle Pattern Interferometry = Optics and Laser Technology, 14, 1982, 21...25 p.
8. Lokberg, O. J. – Svenke, P.: Design and Use of an Electronic Speckle Pattern Interferometer for Testing of Turbine Parts = Optics and Lasers in Engineering, Vol 2, 1981, 1...12 p.





**SZERVIZ**

Budapest XIII., Visegrádi u. 60.

Telefon: 295-427

Telex: 22-6019 foishz



**VEB HOCHVAKUUM DRESDEN**

Wissenschaftlicher Industriebetrieb  
im VEB Kombinat Mikroelektronik



Polskie Zakłady Optyczne



**DDR Labortechnik**

Mikroszkópok, hőlégszekrények, vákuummérők, vákuumszivattyúk, finom-mechanikai mérőműszerek, fotométerek, polírozóberendezések, szemészeti készülékek, labordiagnosztikai műszerek, ionszelektív analizátorok, metszetkészítők, termosztátok, analitikai, technikai készülékek

**Üzembehelyezés, üzem közben történő átadás, betanítás.  
Garanciális, garancián túli javítások, karbantartások**



# Méréstechnikai szoftvercsomagok személyi számítógépekhez

RADNAI RUDOLF

*Az olcsó és nagyteljesítményű személyi számítógépek méréstechnikai alkalmazását egész sor integrált szoftvercsomag könnyíti meg. Ezek a műszer vezérlésétől és az adatgyűjtéstől a kiértékelésig a legkülönbözőbb feladatokra használható modulokat tartalmaznak. A cikkben a legismertebb rendszereket tekintjük át.*

A méréstechnikában a számítógépeket a legkülönbözőbb feladatra használják, az alkalmazási kör az egyszerű offline adatkiértékeléstől a műszervezrlő és adatfeldolgozó számítógépek hálózatából álló laboratóriumi rendszerekig terjed. A különböző feladatoknak megfelelően igen eltérőek a használt gépek, az egyszerű programozható kalkulátorok és a nagyteljesítményű miniszámítógépek egyaránt megtalálhatók a méréstechnikai laboratóriumokban. Az utóbbi időben egyre terjednek a viszonylag olcsó és nagyteljesítményű személyi számítógépek. Ezeket valamilyen szabványos csatlakozási rendszerrel, pl. az IEC-interfészsel illesztik a mérőműszerekhez.

IEC vezérlőként elterjedtek még a speciális műszervezrlő számítógépek (instrumentation controllers), a kémiai analízis területén pedig az ún. adatállomások (data stations). Lényegében a műszervezrlők és az adatállomások olyan mikroszámítógépek, amelyek hardver és szoftver felépítése egy-egy adott feladatkörre optimalizált. Ezek a berendezések azonban a nagy szériában gyártott személyi számítógépekkel árban és szoftver ellátottságban semmiképpen sem versenyképesek.

A műszervezrlők és adatállomások szoftvercsomagjai elsősorban egy adott gyártó cég műszereinek vezérlését és egy szűk méréstechnikai terület jellemző számításai és kiértékelési feladatait látják el.

Vannak azonban univerzális, integrált szoftvercsomagok is, amelyek személyi számítógépeket tesznek alkalmassá műszervezrlésre, mérési adatgyűjtésre és kiértékelésre. A következőkben ezeket ismertetjük.

## ASYST

Az integrált méréstechnikai szoftverek közül a legismertebb az amerikai Macmillan szoftverház ASYST rendszere, amelyet több műszergyár, többek között a Hewlett-Packard és a Keithley is megvásárolt és forgalmaz saját rendszereihez. Az ASYST az IBM PC/XT/AT és ezekkel kompatibilis számítógépeken futtatható, DOS 2.0/2.1/3.0/3.1 operációs rendszerek alatt. Az ASYST használatához 8087 vagy 80287 matematikai társprocesszor és 512 kb-ot kell.

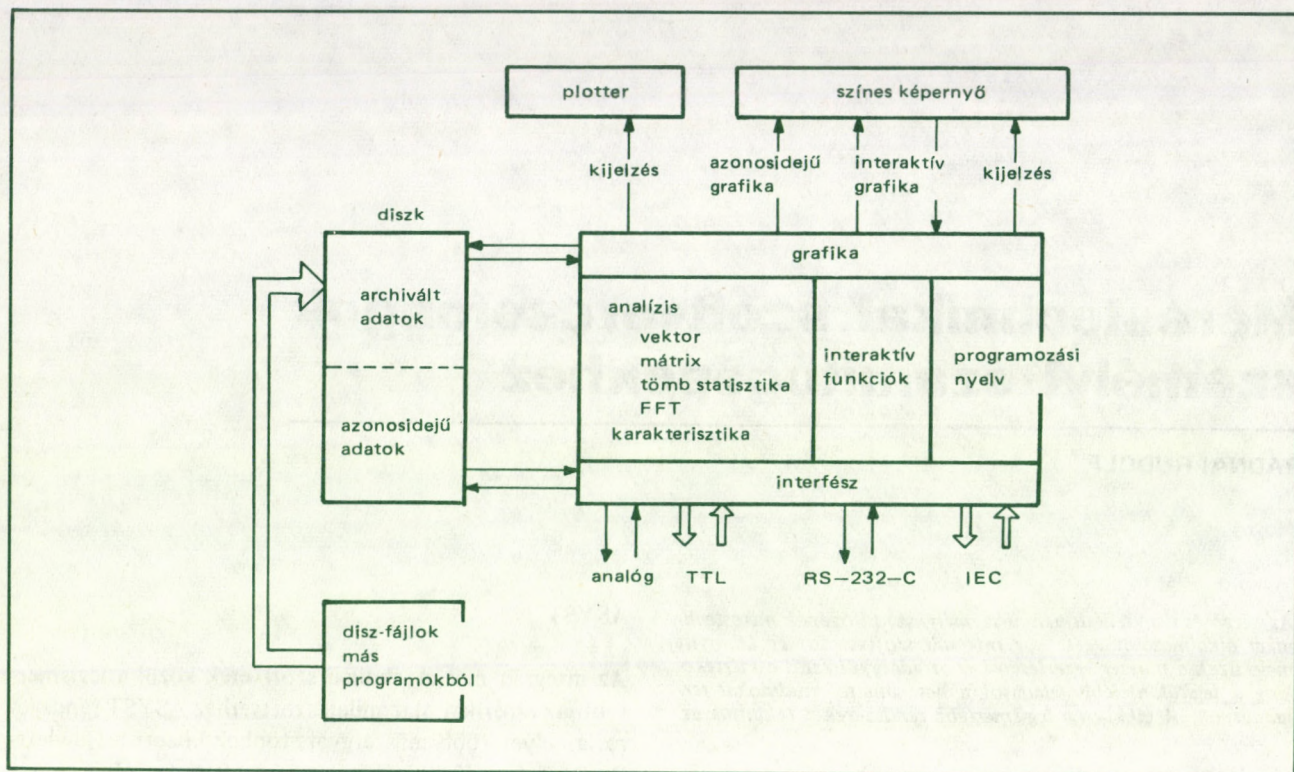
Az ASYST programrendszer funkcionális szerkezete az 1. ábrán látható. Az ASYST egyesíti a hagyományos, magasszintű nyelven történő programozást és az előre elkészített, általános feladatokat elvégző programcsomagokat. A felhasználó nagy valószínűséggel talál kész csomagot a mérési eredmények feldolgozásához és megjelenítéséhez. Sok esetben a teljes felhasználói program összeállítható a kész rutinokból.

Ha az adott feladat elvégzésére nincs kész program, akkor a felhasználó az ASYST saját programozási nyelvén írhatja meg a programot. Az ASYST nyelv tartalmazza a megszokott vezérlő utasításokat, mint `do...loop`, `begin...until`, `if...then...else`. Különböző ASYST szavak, mint FFT, IFFT összekapcsolásával egyszerű felhasználói rutinok alakíthatók ki. Például egy frekvenciatartománybeli szűrő az alábbi programmal valósítható meg:

```
:FILTER  
FFT  
TRANS.FUNCT  
IFFT  
;
```

Ez a program először gyors Fourier-transzformációt hajt végre az adatokon. Ezután elvégzi a kijelölt szorzást a kívánt átviteli függvénnyel, amit a TRANS.FUNCT név alatt megadtunk, majd inverz transzformáció következik.





1. ábra. Az ASYST programrendszer funkcionális szerkezete

A program első begépelése után a FILTER szó egy új ASYST parancsot jelent, amivel a fenti művelet bármikor, bármilyen programból hívható.

Az ASYST szoftver a kétféle interfész-rendszer (IEC és RS-232-C) mellett az analóg és digitális bemeneti kimeneti (B/K) műveleteket is támogatja. Ezek a funkciók egyidőben, egymást kiszolgálva használhatók az ASYST egyéb lehetőségeivel együtt. Például a IEC- interfészen keresztül vezérelt gerjesztés hatására kialakult analóg válaszjel azonosidőben kijelezhető a számítógép ernyőjén, míg a „háttérben” más műveletek pl. analízis végezhetők.

A nagyteljesítményű, igen összetett ASYST szoftver négy modulból épül fel, ezek külön-külön is megvásárolhatók.

Az egyes modulok az alábbi feladatokat látják el:

1. modul. Rendszerbetöltés, alapvető grafikai-, aritmetikai- és statisztikai funkciók, RS-232-C vezérlés, szövegszerkesztés.
2. modul. Bővített grafikai, axonometrikus és kontúr ábrázolás, vektor és mátrix műveletek, integrálás, differenciálás, kereszt-korreláció, gyors Fourier-analízis, görbe-illesztés, variancia-analízis (ANOVA).
3. modul. Adatgyűjtés. A/D és D/A átalakítás, trigger, szoftver szinkronizáció, adat-puffer
4. modul. IEC-illesztés.

Az 1. modul önállóan is használható, a többi modul csak az 1. modullal együtt. A 3. és 4. modul használatához megfelelő adatgyűjtő ill. IEC illesztőkártyát kell a számítógépbe helyezni.

Az ASYST rendszer egyetlen kétoldalas IBM-PC

kompatibilis mágneslemezről tölthető a számítógép főtárába. Egy külön lemez tartalmazza az eligazodásban segítő HELP rendszert.

Az ASYST szoftver műszaki-tudományos számítások elvégzésére készült; gyakorlatilag valamennyi számbajelhető mérés technikai feladat megoldására alkalmas. Természetesen egy ilyen összetett programrendszert a felhasználók többsége nem használ ki teljesen. Ezért dolgozta ki a Macmillan cég az ASYST egyszerűsített, menürendszerű változatát az ASYSTANT rendszert. Az ASYSTANT az ASYST 1. moduljának funkcióit látja el néhány rendkívül hasznos kiegészítéssel. Az egyik kiegészítés a menü-szervezés, amely a számítástechnikában járatlan felhasználót is rávezeti a feladat megoldására. Valamennyi menü tartalmazza az eligazodást segítő HELP táblát, amely a megfelelő jel – „?” – begépelése után azonnal megjelenik az ernyőn.

Az ASYSTANT rendszer egy másik, igen hasznos szolgáltatása az asztali kalkulátor üzemmód, amelyben a számítógép matematikai műveletekre előre beprogramozott kalkulátorként működik.

## LABTECH NOTEBOOK

A Laboratory Technologies cég LABTECH NOTEBOOK programja egy általános célú mérés technikai szoftver, amely adatgyűjtésre, feldolgozásra és azonosidejű vezérlésre alkalmas. Ez a program is IBM PC/XT/AT és azokkal kompatibilis gépeken futtatható. A LABTECH NOTEBOOK a Lotus 1-2-3 integrált szoftverre épülő,



ahhoz hasonló programcsomag, amely a 2. ábrán látható működési vázlat szerint tulajdonképpen egy szoftver interfész a műszer és a számítógép között.

A LABTECH NOTEBOOK szoftverrel kompatibilis analóg adatgyűjtő kártyát több cég gyárt, többek között a MetraByte DASH-8 és DASH-16 jelöléssel. A programcsomag vezérli az adatgyűjtést tetszés szerinti, csatornánként változtatható mintavételi frekvenciával, továbbá az adatok mágneslemezre vitelét és azonosidejű megjelenítését. Az IBM PC-be illeszthető 8087 társprocesszor segítségével görbeillesztés is végezhető egy interaktív rutin felhasználásával.

A mérési eredményeket tartalmazó adatfájlok további feldolgozása (integrálás, differenciálás, logaritmizálás) a Lotus 1-2-3 vagy Symphony rendszerekkel végezhető el.

A LABTECH NOTEBOOK egyik különlegessége, hogy van nyílt és zárthurkú szabályozó algoritmus. Egy másik hasznos szolgáltatása, hogy egyidőben, párhuzamosan két feladat ellátására alkalmas. A kétfeladatos, azonosidejű megszakításokkal vezérelt üzemmódban a háttérfeladatnak van nagyobb prioritása. Háttérfeladatként a felhasználó adatgyűjtést végezhet, ezzel egyidőben folyhat az előzőleg rögzített adatok feldolgozása.

A LABTECH NOTEBOOK azonosidejű hozzáférést biztosító opciója (Real Time Access) lehetővé teszi az egyidőben futó feladatok közötti közvetlen kommunikációt. Így az előtérben futó feldolgozóprogram hozzáférhet a háttérfeladatban keletkező, azonos időben gyűjtött adatokhoz is.

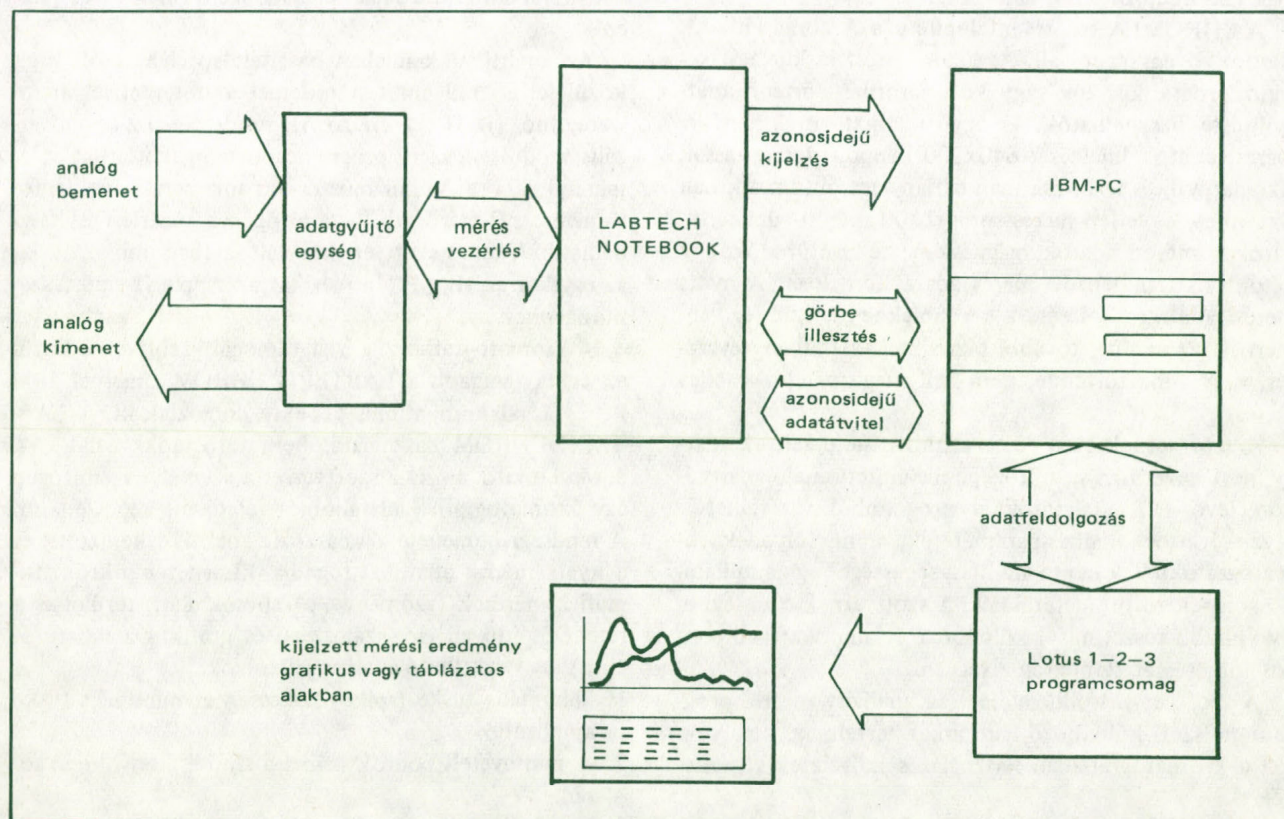
A LABTECH NOTEBOOK lényegesen egyszerűbb az előzőekben ismertetett ASYST rendszernél, és kisebb tárat igényel (256 kb-át). A menüszervezés miatt használata igen egyszerű, nem kell hozzá különösebb gyakorlat vagy előképzettség.

### Kémiai analízist segítő szoftverek

A kémiai analízis területén használt műszereknek vannak olyan közös vonásaik, amelyek lehetővé teszik univerzális vezérlési módszerek alkalmazását. Modulrendszerű hardverrel (A/D és D/A kártyák) és szoftverrel (driver programok) ezek a módszerek a legkülönbözőbb műszerek vezérlésére használhatók.

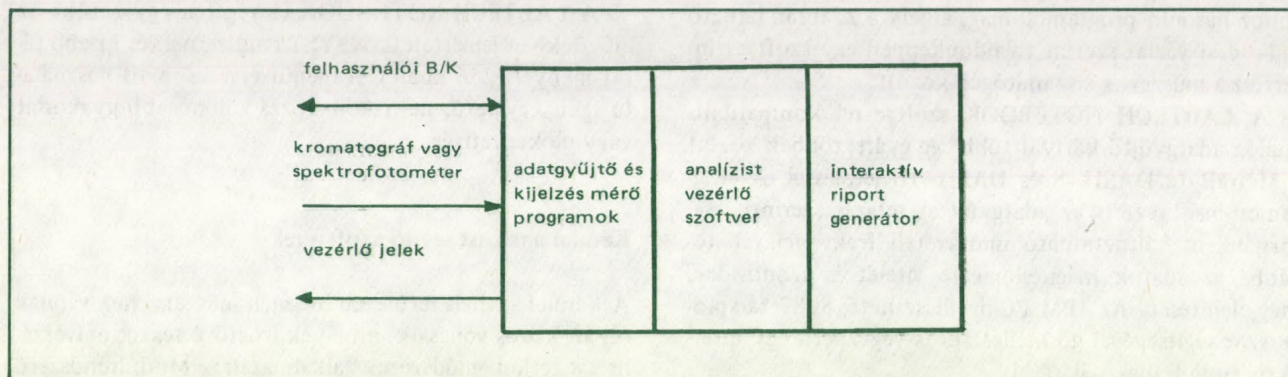
Lényegében valamennyi analitikai műszernek három fő része van. Az első az érzékelő, például a fotóelektrom-sokszorozó egy spektrofotométerben, vagy az ionizációs detektor egy gázkromatográfbán. A második fő egység a vezérlő, amely irányítja a mérési folyamatot, szabályozza az érzékelés körülményeit pl. optikák változásával vagy pumpák vezérlésével, és gondoskodik a mintavételezésről. A harmadik fő egység a kijelző, amely valamilyen formában megjeleníti a mérési eredményt.

Személyi számítógépek, megfelelően tervezett analóg kiegészítő egységekkel és speciális szoftverrel, alkalmasak arra, hogy átvegyék a fenti feladatok közül a vezérlés és a kijelzés funkcióit. Mindez új lehetőségeket ad a felhasználó számára. Lehetővé válik, hogy különböző előre beprogramozott mérések közül választva utasítsa a mű-



2. ábra. A LABTECH NOTEBOOK programrendszer működési vázlata





3. ábra. A Data Translation cég CHROMLAB szoftverrendszerének felépítése

szert, amely a számítógép közreműködésével a mintavételezéstől a kiértékelésig valamennyi műveletet automatikusan elvégze.

A felhasználó általában interaktív módszerrel különböző menükből választhatja ki a konkrét feladatnak megfelelő lépéseket. A számítógép ernyőjén megjelenő üzenetek lehetővé teszik, hogy rutin méréseket gyakorlatilag előképzettség nélkül is el lehessen végezni.

Az analitikai kémia területén használható univerzális szoftverek közé tartozik a Data Translation cég CHROMLAB szoftverrendszere, amely az igen bonyolult számításokat igénylő kromatográfiás és spektrofotométeres mérések elvégzését könnyíti meg. Ez a rendszer IBM-PC kompatibilis gépeken futtatható, a Data Translation gyártmányú DT2801 vagy DT2805 12-bites analóg kártyák beépítése után. A műszervezrlő programcsomag 128 kb-át-os RAM-ban fér el.

A CHROMLAB szoftver felépítése a 3. ábrán látható. Három fő egységből áll. Az adatgyűjtést és kijelzést vezérlő programok egy vagy két csatornán történő adatgyűjtésre használhatók, és egyúttal biztosítják a nyers mérési adatok kijelzését 640x200 képpont felbontással. Az adatgyűjtés leállítása manuálisan vagy automatikusan történhet, egyetlen mérés során 1500 mérési adat tárolható. A mérési adatok mágneslemezre is átírhatók; egy kétoldalas lemezen 50 mérési adatai férnek el. A nyers mérési adatok tárolására a későbbiekben is szükség van, mert ha az analízis további fázisaiban valamilyen tévesztés, vagy hiba történne, nem kell megismételni a teljes mérést.

A szoftvernek ez a része azonban nemcsak az adatgyűjtést vezérli. A számítógépekbe épített analóg kártyákon levő D/A átalakítókkal programból vezérelhetők olyan fontos analízis-paraméterek, mint folyadékkromatográfoknál, a minta áramlási sebessége vagy a hullámhossz, spektrofotométereknél. A szoftvernek ez a legbonyolultabb része, mivel különböző feladatokat kell pontos időzítéssel, szimultán elvégezni.

A szoftver második eleme, az analízist vezérlő programrendszer különböző rutinokat tartalmaz, amelyekkel a kromatográfiában használatos műveletek végezhetők el:

- csúcsetektálás és integrálás,

- spektrumműveletek (átlagolás, kivonás, kvantálás stb.)

- a felhasználói adatbank, spektrumkönyvtár készítés.

A CHROMLAB szoftver harmadik elemével, az interaktív riport generátorral komplett kromatográfiás és spektrofotométeres mérési sorozatok jegyzőkönyve jeleníthető meg az ernyőn vagy a nyomtatón. A jegyzőkönyvekben a felhasználót közvetlenül érdeklő jellemzők szerepelnek táblázatos formában vagy a megfelelő spektrumok táblázatos formában vagy a megfelelő spektrumok mellé írva. Ha a felhasználó úgy ítéli meg, hogy az eredményekre a jövőben is szüksége lesz, a megfelelő utasítással a könyvtárba viheti azokat, innen az adatok bármikor kiírhatók.

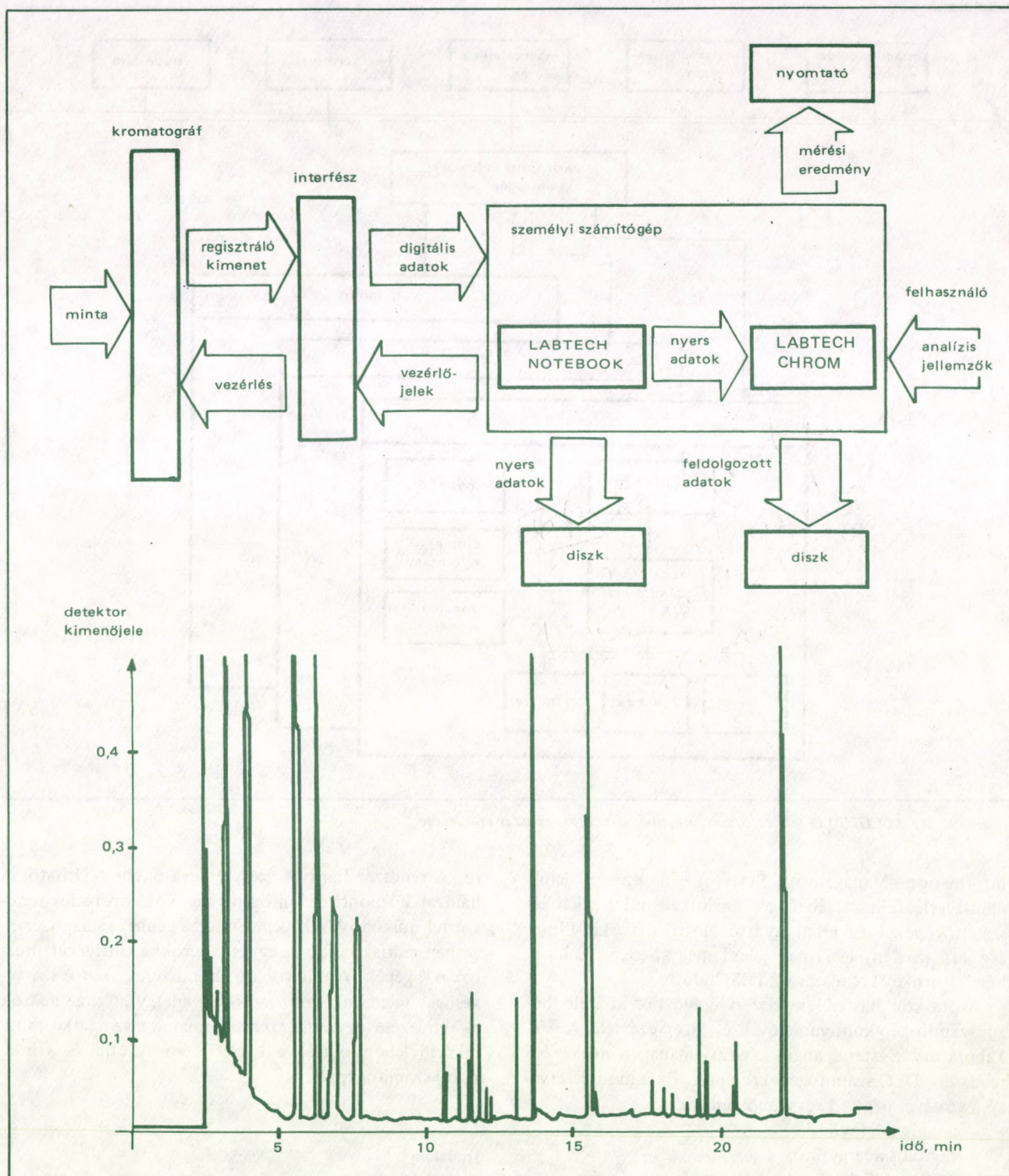
A CHROMLAB szoftvernek két változata van, az egyik azonnal futható, a másikat a felhasználó forráskódban módosíthatja a saját speciális igényeinek megfelelően.

Az analitikai kémiában használt speciális szoftverek közül feltétlenül említést érdemel az Interactive Microware, Inc. (IMI) cég ADALAB rendszere. Ez az univerzális modulrendszerű programcsomag gyakorlatilag valamennyi laboratóriumi műszer (kromatográf, spektrofotométer, pH-mérő stb.) számítógépes vezérlésére használható. A teljes szoftvert két változatban dolgozták ki, az egyiket az IBM PC, a másikat az Apple II típusú számítógéphez.

A kromatográfiás analízist támogató szoftverek közül az egyik legújabb a LABTECH CHROM, amelyet IBM PC és azzal kompatibilis gépekre dolgoztak ki. A LABTECH CHROM használatát bemutató blokkvázlat a 4. ábrán látható. Ezzel a szoftverrel a személyi számítógép egy kromatográfiás adatállomás feladatait képes ellátni. A rendszer bemenete a választott analízis jellemzőket és a nyers mérési adatokat fogadja, kimenetén a kromatográfiás mérések eredménye, a csúcsok alatti terület és a retenció idő áll elő, számszerű és grafikus alakban (5. ábra). A választható analízis-jellemzők:

1. Maximális túske (spike) szélesség és minimális túske amplitúdó.
2. A mintavételei pontok száma a simítás/konvolúció során.
3. Maximális csúcs (peak) szélesség, minimális csúcsma-





4. ábra. A LABTECH CHROM programrendszer működési vázlata (fent)

5. ábra. Kromatogram kijelzés a LABTECH CHROM rendszerben (lent)

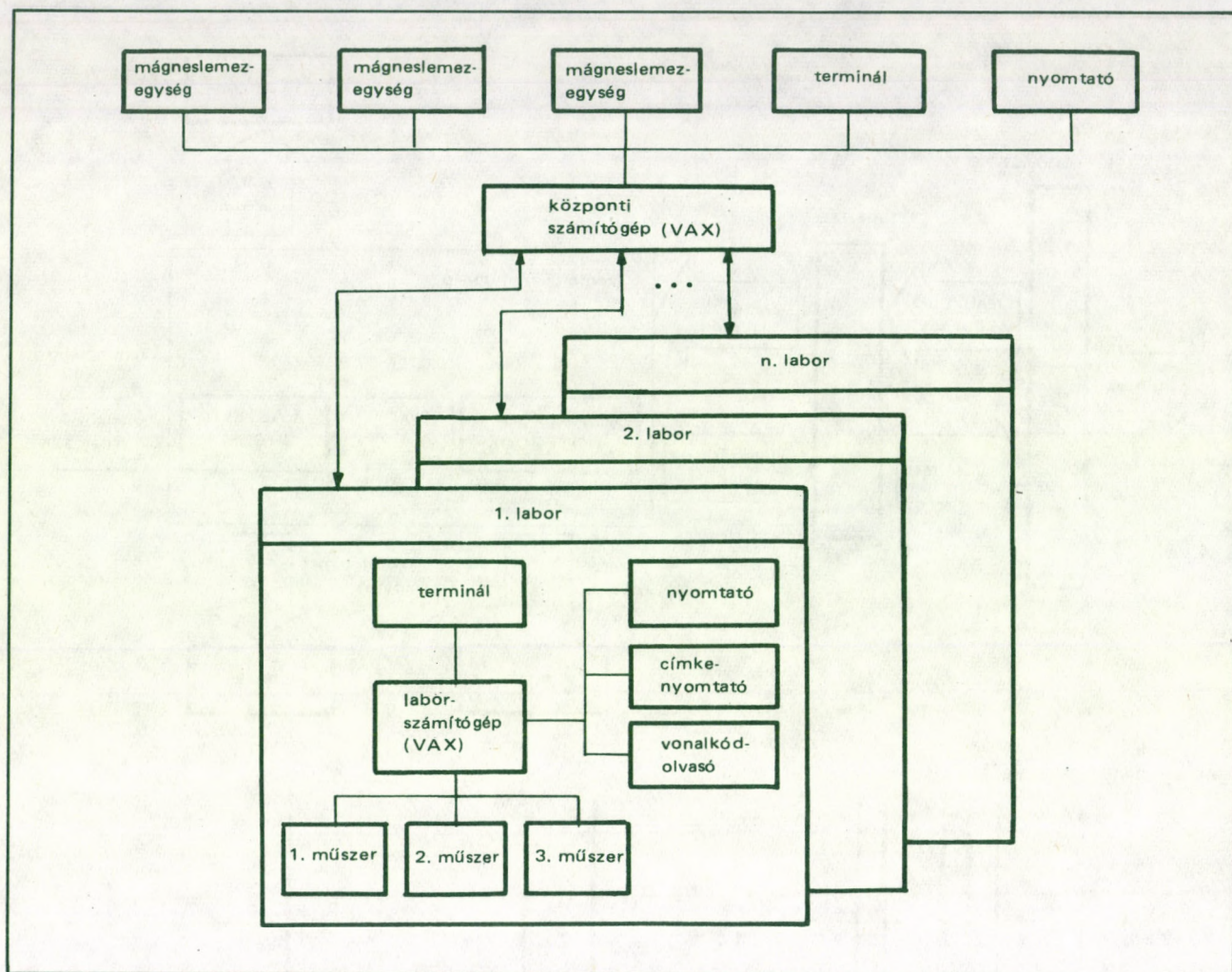
gasság, maximális alapvonal (baseline) csúszás. A rendszer a nyers mérési adatokat digitalizálás után automatikusan diszkre viszi át, biztosítva ezzel a későbbi újrafeldolgozás lehetőségét.

A LABTECH CHROM igen előnyösen használható az előzőekben említett LABTECH NOTEBOOK szoftver-

rel együtt, de alapvető funkcióit anélkül is ellátja. A LABTECH CHROM jól használható felügyelet nélküli automatikus mintavevővel kiegészített rendszerekben, folyamatos analízisre.

Végezetül néhány szó a komplett laboratóriumi információ-kezelő rendszerekről. A LIMS (Laboratory





6. ábra. Az ACCOMPLIS laboratóriumi információ-kezelő rendszer szervezése

Information Management System) elnevezéssel jelölt rendszerek fejlesztésében az analitikai műszereket és számítógépeket egyaránt gyártó amerikai Perkin-Elmer cég járt az élen, 1981-ben jelent meg az első „kulcsra-kész” (turnkey) rendszer a LIMS/2000.

Azóta sok hasonló rendszert dolgoztak ki különböző számítógép-konfigurációval és -szervezéssel. A VG Laboratory Systems angol cég VG Manager elnevezésű rendszere DEC számítógépekre épült. Ez a modulszervezésű szoftver négy fő egységből épül fel:

- analóg adatgyűjtő,
- digitális adatgyűjtő,
- adatkezelő és
- mintakezelő egységből.

Ezek egy 32 bites VAX számítógépre, vagy több kisebb gépből (MicroVAX, PDP11, DEC Professional) álló számítógéphálózatra vihetők.

Egyszerűbb és olcsóbb a Spectra-Physics cég LABNET rendszere. Ez tulajdonképpen egy blokk-szervezésű kommunikációs hálózat, amely IBM XT/AT számítógépre épül.

A legkorszerűbb elvek szerint épül fel az angol ICI (Imperial Chemical Industries) cég ACCOMPLIS rendsze-

re. A rendszer hardver szervezése a 6. ábrán látható. A hálózat központi számítógépe egy VMS operációs rendszerrel működő VAX gép. Ehhez a géphez csillag-szervezésben csatlakoznak az egyes laborokba kihelyezett microVAX gépek. A microVAX alrendszerek azonos szervezésűek, feladatuk az azonosidejű adatgyűjtés, az adatok előrendezése és rendszerezése, valamint az adatkommunikáció lebonyolítása a kezelő személyzettel és a központi számítógéppel.

#### Irodalom

1. Sovinski, A.: Should There be One or More Microprocessors in a Measurement Equipment? Proceedings of the IMEKO Congress, 1985, Praha, Session 52
2. Bibbero, R. J.: Microprocessors in Instruments and Control. Wiley, New York, 1977, 293 p.
3. Pang, C. S.: Personal Computers as Multifunction Instruments. CAL, 4/1983, 234...239 p.
4. Birck, J.-Maerz, M.: Personal instruments systems speed test tasks and reduce their cost. Electronics, April 1983, 127...133 p.
5. D'Angelo, P.: Simplifying modern software design. Inside Instrumentation, 12/82, Keithley Instruments, Cleveland.



## Válogatás az Országos Műszernyilvántartás nagyértékű műszerújdonásaiból

Összeállította: KÖFALVI JENŐ

### Automata klinikai-kémiai analízátor,

705 típus. Hitachi Ltd. Japán

Fotometrikus kiértékelés, hullámhossztartomány:  
340...700 nm, 0...2 A, teljesítmény: 180 minta/h,  
hőmérséklettartomány: 25...37 °C, pontosság: 0,1  
°C, számítógép vezérlésű.

### Nagyfelbontóképességű FFT spektrumanalízátor,

2033 típus. Brüel & Kjaer, Dánia.

Frekvenciatartomány: 0...10 Hz-től 0...20 kHz-ig  
11 sávban 1–2–5-ös lépésekben beállítható, 400 csatorma, időfüggvény regisztrálásához 10240 minta tárolása, változtatható amplitúdó tartomány.

### Szatelit gázkromatográf rendszer,

439/437 típus. Packard, USA

Vezérlő gázkromatográf (439 típus) képernyő megjelenítővel 12 további szatelit gázkromatográfot (437 típus) képes irányítani, a vezérlő műszer két kolonnás, két detektoros, multidimenzionális üzemmódra is alkalmas, hőmérséklettartomány: 0...499 °C, stabilitás:  $\pm 0,05$  °C.

### Video folyadékkromatográf,

4002 típus. Pye Unicam Ltd. Anglia

Nyomástartomány: 0...420 bar, áramlási sebesség: 0,01...10,0 ml/min, pontosság: 1%, három eluent kezel, kolonnakályha hőmérséklettartománya: 0...99 °C, pontosság: 0,1 °C, számítógép vezérlés. Az analízis képernyőn követhető.

### Termoanalitikai berendezés,

1090 típus. Du Pont, USA

Hőmérséklettartomány krio-feltéttel: -180...  
...1600 °C, modulok: DSC, DTA, TGA, DMA, számítógép vezérlés, kettős mágneslemezes tároló.

### Izotóparány mérő tömegspektrométer,

Delta 09-72-342 típus. Finnigan, USA

C, H, N, O, S mérésére, tömegtartomány: 1,5...  
...70 AMU 4 tartományban, érzékenység: 0,01  
A/mbar gáznyomás az analízátoron belül, számítógép  
vezérlés.

### Páztázó elektronmikroszkóp,

JSM-840 típus. JEOL, Japán

Gyorsító feszültség: 0,2...40 kV, áramterhelés a mintán:  $10^{-5}$ ... $10^{-12}$  A, nagyítás: 10x...300 000x (zoom), másodlagos és nagyenergiájú visszaszórt elektronok detektálása.

### Asztali ultracentrifuga,

TL-100 típus. Beckman, USA

Maximális fordulatszám: 100 000/min, maximális hatóerő: 436 000 g, hőmérséklettartomány: 2...40 °C, számítógép vezérlés.



Összeállította: DR. CSOCSÁN LÁSZLÓ—CSONT TAMÁS—KÖFALVI JENŐ

## REZGÉSDIAGNOSZTIKAI MÉRŐMŰSZER, M 1302 TÍP.

VEB Robotron Messelektronik „Otto Schön”,  
Dresden, NDK

A különféle ipari gépek, járművek és egyéb berendezések működésük, üzemeltetésük folytán kisebb-nagyobb mechanikai rezgéseket végeznek. E rezgések nagyon sok káros következménnyel járhatnak.

Fontos mérés technikai feladat tehát a mechanikus rezgések vizsgálata, mert a rezgéscsökkentő konstrukciós változtatások csak a pontos mérési eredmények birtokában hajthatók végre. A mechanikai rezgések vizsgálatát különböző nemzetközi és nemzeti szabványok írják elő; mint pl. ISO 27373, ST RGW 3173, DIN 45666, VDI 2056, TGL 25880. Ezek különféle gépek elektromos berendezések mechanikai rezgéseivel és azok mérésével foglalkoznak.

A VEB Robotron Messelektronik „Otto Schön” cég műszerújdonságát, az M 1302 típusú rezgésdiagnosztikai mérőműszert az ipari gyakorlat követelményeinek megfelelően fejlesztették ki; különösen nagy tömegű, robosztus berendezések rezgésanalízisére (1. ábra).

Az univerzális rezgésdiagnosztikai mérőműszer az alábbi feladatok elvégzésére alkalmas:

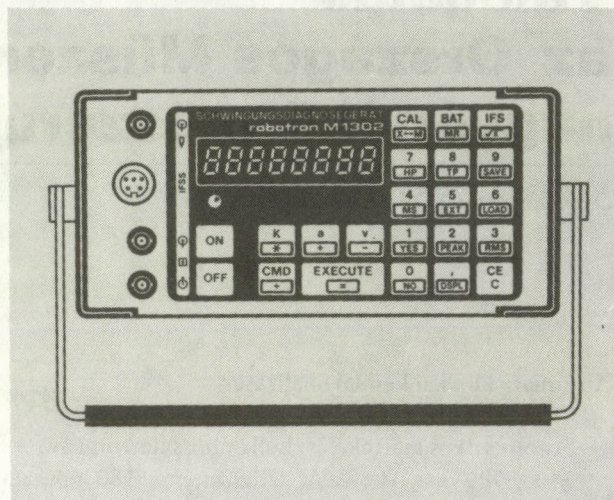
- a forgó alkatrészek üzem közbeni statikus- és dinamikus kiegyensúlyozatlanságának mérésére,
- változó fordulatszámú rotorok zavarkeltő rezgéseinek vizsgálatára,
- különféle gépek rezgéseinek frekvenciaanalízisére,
- a gyorsulási- és rezgési görbe elemzésére,
- a rezgési amplitúdó és a fázisátmenetek meghatározására.

Az M 1302 típusú rezgésmérő műszerrel különféle piezoelektromos gyorsulásérzékelők alkalmazásával mérhetők a mechanikai rezgések pillanatnyi értékei, az effektív érték, a csúcserték és a rezgésdózis egyaránt.

A készülék az alkalmazott gyorsulásérzékelővel súlyozás nélkül, vagy belső, illetve kívülről csatlakoztatható súlyozó szűrővel méri a 2 Hz...2 kHz frekvenciatartományba eső mechanikai rezgéseket.

A műszer előlapi kezelőszerve fólia-billentyűzetű; a mért értékeket a készülék 8 számjegyben digitálisan kijelzi. A műszerrel maximum 100 mérőhely mérési eredményei tárolhatók, vagy tetszés szerint kijelvezhetők.

A rezgésdiagnosztikai műszerhez az előlapon elhelyezett csatlakozón keresztül különleges (aluláteresztő-, fe-



1. ábra. A VEB Robotron Messelektronik M 1302 típusú rezgésdiagnosztikai mérőműszere

lüláteresztő-) szűrők csatlakoztathatók. Ezeket széles választékban készíti a gyártó cég. Keskenysávú frekvenciaanalízisre pl. a 01025 típusú hordozható, keskenysávú szűrőt ajánlják, melynek frekvenciája manuálisan hangolható. A frekvenciaspektrum és amplitúdóváltozás kiértékelésére és dokumentálására pl. a 02060 típusú hordozható szintíró alkalmas.

A műszer kívülről kalibrálható; egy konkrét méréshez alkalmazott piezoelektromos gyorsulásérzékelő adatlapján feltüntetett átviteli faktor értékét a műszer billentyűzetén betáplálva, értékhelyes mérés végezhető.

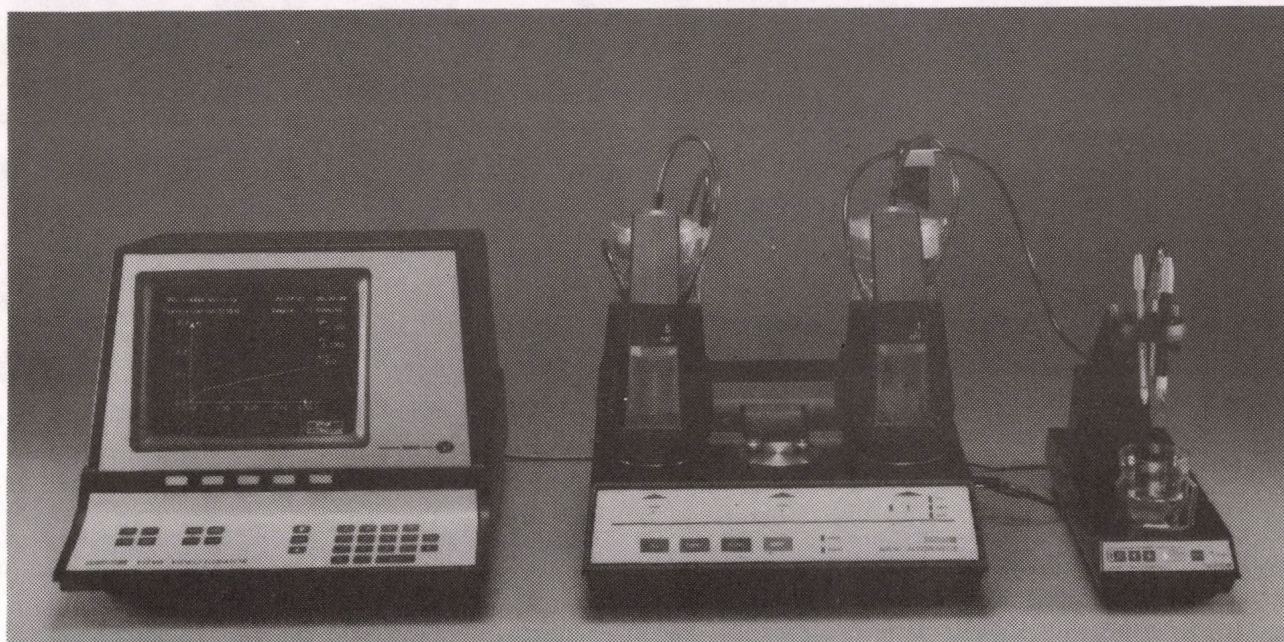
A berendezés védelmi fokozata (IP 44) és robosztus kivitele kemény környezeti viszonyok között is hosszú élettartamot garantál. Hálózati vagy telepes kivitelben egyaránt kapható.

## AUTOMATA VIDEOTITRÁTOR TITRALAB 11 TÍP.

Radiometer, Koppenhága, Dánia

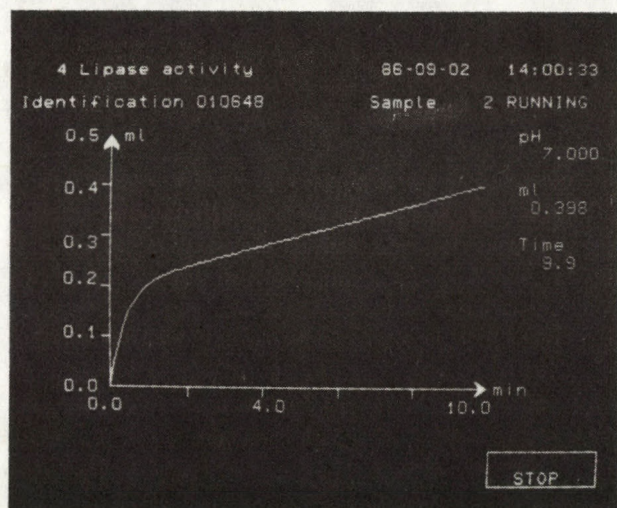
A műszer reakciókinetikai vizsgálatok egyszerű, gyors végrehajtására alkalmas (2. ábra). A műszerrel a reakció sebességét követhetjük nyomon állandó pH-jú oldatban a folyamatos reagens adagolás mellett. A mérő elektródok jeleit a titrátor fogadja, amely vezérli a reagens adagolást a pillanatnyi reakció sebességének megfelelően. A szabá-





2. ábra. Radiometer gyártmányú Titralab 11 típusú automata titrátora

lyozás PID (proporcionális-integráló differenciáló) vezérléssel történik, a túllövés és az oszcilláció elkerülése végett. A reakció előrehaladását a képernyőn megjelenő azonosidejű kinetikai görbe mutatja. A rendszer kiszámítja a görbe meredekségét, vagy más változatban a teljes reagens fogyást. Az összeállításhoz tartozik még egy automata bűretta, egy mágneses keverő és az alap elektrodák készlet. Az említett összeállítással 8...100 ml közötti mintatérfogatot analizálhatunk. Kiegészítő tartozékokkal és elektródákkal 0,5...9 ml térfogatú minták is titrálhatók. A berendezés használható laboratóriumi robottal, mintaválóval, laboratóriumi számítógépes információs rendszerrel, nyomtató-rajzolóval stb. Egyik jellegzetes alkalmazás a 3. ábrán látható, lipáz aktivitás meghatározása.



3. ábra. Lipáz aktivitás mérés a Titralab 11 típusú mérőműszerrel

### SŰRÍTETT-LEVEGŐ ELLÁTÓ HÁLÓZATOKBA OLAJ SZENNYEZÉST MÉRŐ ÖSSZEÁLLÍTÁS *Ultrafilter Ltd. Tamworth, Anglia*

A különböző gáz és sűrített-levegő ellátó hálózatok leggyakoribb szennyező komponense az olaj, reprodukálható, pontos mérése nem könnyű feladat. Ennek a problémának a megoldására ajánl műszer összeállítást a gyártó cég. Az Ultrafilter Ltd. berendezésének kulcseleme az ultramikroszűrő, amely 0,01  $\mu\text{m}$ -nél nagyobb méretű szennyezéseket felfogja. A másik az áramlási sebesség, a nyomás és hőmérséklet mérése. A harmadik a szűrőről az olajszenyeződés kioldása széntetrakloriddal és a mérése infravörös spektrofotométerrel. A hőmérséklettartomány: 0...1000°C, az infravörös mérőhullámhosszak: 2960 és 2965  $\text{cm}^{-1}$ . A kétsugaras spektrométer egyik sugarútja referenciaként szolgál.

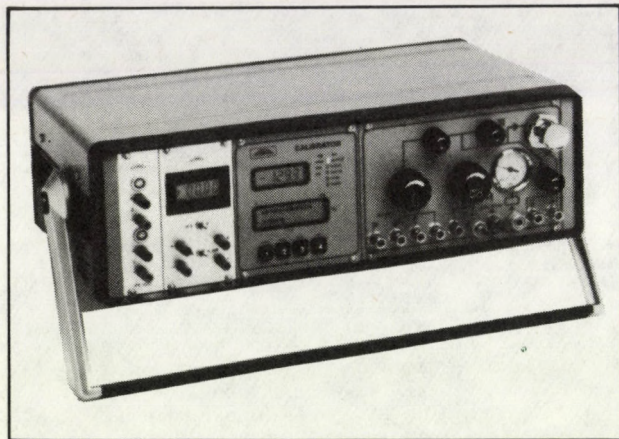
### NYOMÁSKALIBRÁLÓ, EC TÍP. *Thommen AG., Waldenburg, Svájc*

Az 4. ábrán bemutatott nyomáskalibráló műszert mérés-, vezérlés- és szabályozástechnikai feladatok elvégzésére fejlesztette ki a svájci cég.

A műszer két fő részből áll: az egyik a hitelesített nyomáskalibráló, a másik rész pedig az újonnan kifejlesztett elektronikus nyomásérzékelő egység. A berendezés hőmérsékletmérésre is alkalmas, viszonylag széles mérés-tartományban.

A műszerben a jelfeldolgozás mikroprocesszoros elektronikával történik, amely az adattárolási- és kijelzési feladatokhoz széleskörű lehetőséget nyújt. Így pl. a mért értékek, nullponti- és csúcserkékek kiírhatók a 4 1/2 digi-





4. ábra. Thommen gyártmányú EC típusú nyomás kalibráló

tes LCD kijelzőn, és az analóg kijelzőn egyaránt. Az analóg kijelzőnek két mutatója van: az egyik az egész méréstartománybeli durva értékeket jelzi, míg a finomállású mutató a durva tartománybeli pontos értékeket adja. Ez a lehetőség a felhasználónak nagyfokú áttekinthetőséget biztosít. A készülék modul felépítésű: 19"-os rendszerben készül.

#### FŐBB MŰSZAKI ADATOK

##### Nyomásmérés:

méréstartomány:  $-200 \dots 1600$  mbar

pontosság:  $\pm 0,1\%$

kimenet:  $0 \dots 50$  mA

##### Hőmérsékletmérés:

méréstartomány:  $-50 \dots 500^{\circ}\text{C}$

pontosság:  $\pm 0,5\%$

érzékelő: Pt-100

kimenet:  $0 \dots 20$  mA

#### FOLYADÉKKROMATOGRÁF RENDSZER, ISOPURE LC TÍP.

Perkin-Elmer GmbH, Bécs, Ausztria

A biotechnológiában nagy szerepet tölt be az elválasztástechnika. A közönséges nagynyomású folyadékkromatográfok erre a célra nem alkalmasak, mert a készülékben alkalmazott és a mérendő mintával érintkezésbe kerülő alkatrészek kémiai reakcióba léphetnek a vizsgálandó anyaggal. A Perkin-Elmer cég újonnan bevezetett IsoPure LC System elnevezésű rendszerében (5. ábra) a mérendő



5. ábra. A Perkin-Elmer cég IsoPure LC típusú folyadékkromatográfrendszere



anyag a műszeren keresztül történő áthaladásakor csak részére semleges anyagból készült elemekkel érintkezik: az injektor, az oszlop, egyéb vezetékek a detektorig csak tiszta titánból, szénfluoridból, zafirból, teflonból, nagy molekulásúlyú polietilénből készülnek, amelyek korróziós ellenállása igen nagy. Az oszlopok szilícium alapú ioncserélő töltése gyors analitikai eredményt, nagy preparatív elválasztást eredményez. Ezért az IsoPure LC rendszer kiválóan alkalmas proteinek, polipeptidek, polinukleidek szétválasztására, mérésére.

Az alkalmazott pumpa egypisztonos, gradiens mérést is lehetővé tesz. Négy oldószert egyidejű adagolása lehetséges. A műszer kezelése nyomógombokkal történik, programozása ún. program-oldalakon keresztül valósul meg. A programoldalak, mérési eredmények a nagyméretű kijelzőn jelennek meg. Összesen 100 mintára vonatkozó programot lehet tárolni. A 420 bar-ig terhelhető rendszer változtatható hullámhosszú detektorral van kiépítve, a kromatogram regisztrálóval rajzoltatható fel, de a műszer laboratóriumi adatfeldolgozó rendszerbe csatlakoztatható.

#### Műszaki adatok

##### Series 410 pumpa modul

Oldószert-rendszer:

változtatható bináris gradiens négy oldattal

Maximális nyomás (oszlop nélkül):

Áramlási sebesség:

Nyomás határok:

Program módszerek:

Memória védelem:

Folyadékvonallal anyaga:

##### LC-90 BIO detektor modul

Hullámhossztartomány:

Hullámhossz pontosság:

Spektrális résszélesség:

Fényforrás:

Zaj:

Drift:

Átfolyásos küvetta:

Mérési tartomány:

titán 420 bar  
teflon 70 bar  
0,01 ... 10 ml/min  
valamennyi módszerre az alsó és felső nyomás változtatható  
12 módszer, ebből 9 tárolható, ezenfelül 1 aktív módszer teleppel (beépítve), öt évig őrzi a betáplált adatokat  
titán, üveg, zafir, poliamid, kerámia, teflon

195 ... 390 nm  
2 nm  
7 nm  
deutérium lámpa  
0,00005 A 250 nm-nél, 1,5 s válaszidőnél, száraz küvetttal  
0,00004 A/h 250 nm-nél, száraz küvetttal  
titánból, kazetta-típusú, 8 µl-es, 10 nm úthossz, 50 bar maximális nyomás  
9 tartomány, 0,005 ... 2A

Az IsoPure rendszer műszer-egysége

Series 410 BIO LC pumpa,

LC 90 BIO UV spektrofotométer-detektor,

PE BIO injekciós szelep,

Series 410 BIO oszlop állvány,

IsoPure System Start-up kit.

## KOOPERÁCIÓS KÖLCSÖNZÉS

HASZNOSÍTSA  
IDŐLEGESEN  
NEM HASZNÁLT  
MŰSZEREIT



Szolgálatunk  
kölcsonzési díj fejében  
műszereit  
továbbkölcsonzésre átveszi

A bérleti díj fejében  
kívánságra más  
műszereket  
kölcsonözhet

Budapest, XI. Szakasits Á. út 59-61.

Levélcím: Budapest, Pf. 58. 1502

Telefon: 450-903

Telex: 22-6936 akamu



Összeállította: RADNAI RUDOLF ÉS KÓFALVI JENŐ

**Boyer, R.F.: MODERN EXPERIMENTAL BIOCHEMISTRY**

*Reading, Addison-Wesley, 1986, 584 p.*

A modern műszeres analitikai eljárások bevezetése forradalmi fejlődéshez vezetett a biokémiában. A biokémikusok egyetemi képzésében éppen ezért döntő szerepe van a műszeres analitika tárgykörének. Ezzel a területtel, az analitikai mérés technikával foglalkozik a szerző ebben a könyvben, amely tulajdonképpen egyetemi tankönyvnek készült.

A műnek két fő része van. Az első részben a különböző analitikai eljárásokkal és mérőműszerekkel kapcsolatos elméleti és gyakorlati kérdésekkel foglalkozik a szerző, a másodikban kísérleteket ír le. Néhány fejezet-cím az első részből: Általános laboratóriumi módszerek és eljárások, Kromatográfiai módszerek, Elektroforézis, Biomolekulák spektrofotometriája, Radioizotópos mérések, Centrifugák alkalmazása, Kísérleti eredmények statisztikai analízise.

A könyv második részében a szerző a biokémiai vizsgálatok különböző területeiről 26 kísérletet mutat be. Ez a rész, bevezeti az olvasót az első részben megismert eljárások gyakorlati használatába és megtanítja a kísérletek eredményeinek értékelésére. A könyv végén egy hasznos adatokat, fontos képleteket és fizikai-kémiai állandókat tartalmazó Függelék található.

**Klein, R.D.: DIE PROCESSOREN 68000 UND 68008**  
*München, Francis, 1986, 543 p.*

A Motorola 68000 16-bites mikroprocesszor és annak 8-bites adatbusszal épített változata a 68008 napjainkban a legelterjedtebb LSI építőelemek közé tartoznak. Az elektronikai ipar ma már túllépett a valódi 8-bites processzorokon, mindenekelőtt a korlátozott tárkapacitás miatt. Ugyanekkor még nem terjedtek el igazán a 32-bites rendszerek.

Klein könyve a 68000/68008 rendszerek tervezésének hardver és szoftver kérdéseivel foglalkozik. A mű legnagyobb érdeme, hogy a szerző azonos terjedelmet szánt a szoftver és a hardver problémák tárgyalására. A könyvben éppen úgy megtalálhatjuk a 68000/68008 Pascal nyelvű fordítóprogramjának leírását, mint a processzor

köré építhető LSI/MSI integrált áramkörök bekötési rajzait vagy mérethelyes NYÁK-lap rajzokat a javasolt felépítésű kártyákhoz.

A könyv, amely a legkorszerűbb tipográfiai eljárással készült, gazdagon illusztrált, 530 ábra és 15 táblázat gazdagítja. A könyv végén egy számítástechnikai minilexikon található, amely a szövegben használt angol szak kifejezések rövid magyarázatát adja.

**Schoenfeld, R.: THE CHEMISTS ENGLISH**  
*Weinheim, VCH, 1985, 173 p.*

A tudományos eredmények közzétételének legáltalánosabb módszere a szakfolyóiratban vagy szakkönyvben történő publikálás. Az angol nyelv napjainkban kiemelkedő szerepet tölt be a műszaki-tudományos irodalomban. Az angol nyelvű szakirodalom olvasása alapvető feltétele a legújabb ismeretek elsajátításának. Más szintet, lényegesen nagyobb feladatot jelent a cikkírás angol nyelven, de ez újabban elengedhetetlen feltétele a vezető szakfolyóiratokban való közlésnek.

Schoenfeld az Australian Journal of Chemistry című folyóirat szerkesztője könyvével azoknak a szerzőknek segít, akiknek nem anyanyelve az angol, de kénytelenek publikálni ezen a nyelven. A szerző már az előszóban leszögezi, hogy nem részletes „recept-gyűjteményt” ad az olvasó kezébe, hanem olyan általános szabályokkal és ismeretekkel foglalkozik, amelyek segítik az olvasót saját egyedi problémái megoldásában. Sokéves szerkesztői gyakorlatból Schoenfeld jól ismeri azokat a nyelvi szerkezeteket és szavakat, amelyek téves használata rontja a stílust és végső soron megnehezíti a szöveg megértését.

A könyv címe alapján vegyészeknek készült, azonban a közölt ismereteket jól hasznosíthatják más szakterületen dolgozó szakemberek is.

**Williams, B.L.—Wilson, K.: METHODEN DER BIOCHEMIE**

*Stuttgart, Thieme, 1984, 365 p.*

A biokémia utóbbi években tapasztalható rohamos fejlődésében nagy szerepet játszottak az új vagy továbbfej-



lesztett elektrokémiai analitikai mérési módszerek, amelyekkel pontosabb és részletesebb adatokat szerezhettek a kutatók a vizsgált anyagok tulajdonságairól. Az új mérési módszerek iránti érdeklődést felismerve jelentette meg a nyugatnémet Thieme kiadó bővített és aktualizált kiadásban ezt a zsebkönyvet, amely 1975-ben jelent meg először angol nyelven a londoni Edward Arnold kiadónál.

A könyv első részében a biokémiai alap kutatásokkal kapcsolatos elméleti ismereteket foglalják össze a szerzők. A második részben az elválasztás elvén alapuló vizsgálati eljárásokkal, a kromatográfiával és az elektroforézis elméleti és gyakorlati kérdéseivel foglalkoznak. A könyv harmadik, egyben legterjedelmesebb részében a különböző analitikai vizsgálatokat ismertetik a szerzők. A könyvben valamennyi mérési módszer ismertetését a biokémiai gyakorlatból vett mintafeladatok követik.

### **Tulkoff, J. Ed.: CAPP, COMPUTER AIDED PROCESS PLANNING**

*Dearborn, CASA, 1985, 238 p.*

1975-ben alakult meg az USA iparban dolgozó mérnökeinek Számítógépek és Automatizált Rendszerek Társasága (Computer and Automated Systems Association: CASA). A Társaság célja kezdettől fogva az volt, hogy egyesítse a számítógépek ipari alkalmazására irányuló erőfeszítéseket, szervezett kereteket és elvi irányítást adva az egyes vállalatok egyedi kezdeményezéseinek támogatására. Ennek érdekében konferenciákat szerveznek és különböző kiadványokkal biztosítják az információcserét ezen a gyorsan fejlődő területen.

A Társaság legújabb kiadványa a számítógépes folyamattervezéssel foglalkozik. A könyv lényegében egy cikk- ill. előadásgyűjtemény, amelyet a szerkesztő négy témakör köré csoportosítva válogatott szakfolyóiratokból és a CASA konferenciák anyagából. A cikkek ill. előadások többsége a gépgyártásban alkalmazott tervezési módszereket mutatja be.

### **Ben-Haim, Y.: THE ASSAY OF SPATIALLY RANDOM MATERIAL**

*Dordrecht, D. Reidel, 1985, 318 p.*

Anyagok kvantitatív elemzésére egyre több területen van szükség. A legtöbb orvosi, ipari és tudományos elemzési feladatnál gondot okoz, és csökkenti az eredmények megbízhatóságát a mérendő anyagok véletlenszerű térbeli eloszlása. Ezzel a problémával, a térben ismeretlen eloszlású anyagok mintavételével és a mérések kiértékelésének elméleti kérdéseivel foglalkozik könyvében a szerző, aki nukleáris kutatáson dolgozik a Haifai Egyetemen. A szerző szakterületének megfelelően a könyvben szereplő példák, a matematikai módszerek konkrét alkalmazásának

bemutatása, az atomerőművek biztonsági rendszerében alkalmazott detektorokkal kapcsolatosak. Emellett kevésbé részletezve, egyéb példákkal is foglalkozik a szerző, például geológiai mérésekkel, a gyógyászatban használt izotópos nyomelemzéssel, folyadékok turbulens áramlásának kérdéseivel stb.

A mű legnagyobb értéke, hogy a szerző a problémával kapcsolatos matematikai elméletek közvetlen, gyakorlati felhasználására vezeti rá az olvasót, anélkül, hogy egyedi esetek részletes magyarázatába bonyolódna.

### **Johnson, L.—Keravnou, E.T.: EXPERT SYSTEM TECHNOLOGY**

*Cambridge, Abacus, 1985, 184 p.*

Világszerte igen széleskörű kutatás folyik az egyre intelligensebb, gondolkodó emberhez hasonló műveletekre képes számítógépek kifejlesztésére. Ennek a kutatásnak egy fontos területét jelentik az ún. szakértői rendszerek. Ezek olyan számítógépek, amelyek párbeszédre, konzultációra képesek az emberrel, tanácsot adnak, analizálnak, döntenek, a betáplált adatok segítségével. A párbeszéd tárgya lehet egy beteg ember, egy hibásan működő gép, egy tájegység geológiai viszonyai vagy egy eredménytelen kereskedelmi egység.

Johnson és Keravnou könyve, ilyen szakértői rendszereket mutat be. Egy rövid elméleti bevezetés után a következő rendszereket ismertetik: Mycin, Prospector, PIP, Internist-I, Cadens, Casnet, Abel, Neomycin, CRIB. Amint a fantázianevekből is kitűnik, ezek a rendszerek a legkülönbözőbb területeken használhatók az orvostudománytól a geológiáig. Az egyik legérdekesebb szakértői rendszer az angol ICL cég CRIB elnevezésű számítógéphardver ellenőrző és hibakereső rendszere.

A könyvet elsősorban számítógéprendszerek szervezésével és tervezésével foglalkozó szakembereknek ajánljuk.

### **Adey, R.A. Ed.: CAD MODELLING**

*Southampton, CMC, 1985, 117 p.*

A számítógépes tervezés (Computer-Aided Design, CAD) egyre nagyobb jelentőségre tesz szert a technika csaknem valamennyi területén, ezért igen nagy az érdeklődés az új CAD módszerek és eljárások iránt. Jól lemérhető ez azon is, hogy a CMC kiadó egy éven belül három kiadásban publikálta az 1984 októberében Southamptonban tartott CAD modellezési konferencia legsikeresebb előadásait.

A könyvben 8 előadás anyaga található meg, valamennyi egy-egy jól használt CAD rendszer leírását tartalmazza. A rendszerek a következő fantázianeveket viselik: Boxer, Applicon, Bravo, Euclid, Geomod, Medusa, No name, Patran-G, Romulus. Az egyes rendszerek leírása bemutatja a feladatot, amire a rendszert tervezték, a megvalósítás részleteit, a különböző grafikai megjelení-



tési módszereket. A szerzők a legtöbb figyelemmel a CAD modellezés megoldásait részletezik, az egyes rendszerek modellező lehetőségeit ábrákkal illusztrálják. A bemutatott rendszerek közül a legismertebb a brit Cambridge Interactive System, MEDUSA rendszere, amely kétdimenziós rajzokkal jeleníti meg a háromdimenziós modelleket.

A könyv gyakorlati hasznához hozzájárul az első lapon szereplő felsorolás, amely az ismertetett rendszerek szakmai referenseit mutatja be, megadva címüket, telefon és telex számaikat.

**Fullerton, P. Ed.: IBM PC EXPANSION & SOFTWARE GUIDE**

*Indianapolis, Que, 1985, 650 p.*

Az IBM PC, a világ vezető számítógépgyárának első személyi számítógépe már megjelenése idején sem számított kategóriájának legjobb berendezései közé. Azóta pedig tucatjával jelentek meg az olcsóbb és nagyobb teljesítményű személyi számítógépek. Az IBM cég egész világra kiterjedő piaci hálózata azonban biztosította a sikert ennek a gyártmánynak is, olyannyira, hogy az IBM PC „de facto” ipari szabvánnyá vált. Az IBM PC és a vele kompatibilis típusok, amelyekből ugyancsak óriási darabszámot forgalmaztak, ma etalonnak számítanak a személyi számítógépek területén.

Ezt bizonyítja, hogy óriási hardver és szoftver ipar alakult ki az IBM PC felhasználók igényeinek kielégítésére. Új vállalatok alakultak IBM kompatibilis kiegészítőkártyák gyártására és szoftverházak IBM programcsomagok kidolgozására. A Que kiadó öt éve jelenteti meg az IBM PC kompatibilis termékek gyűjtőkatalógusát. Az 1985-ös kiadásban 2087 amerikai vállalat 7 666 gyártmányának rövid leírása található meg. A termékfajtára rendezett katalógusban a gyártók és a gyártmányok minden fontos adata megtalálható, többek között valamennyi termék ára is. A könyv végén a gyártó cégek címét tartalmazó felsorolás található a gyártó nevének ABC sorrendjében.

A katalógus összeállításánál nemcsak a bővítésre fordítanak figyelmet, az új kiadásból 151 megszűnt gyártó 1605 termékét törölték.

**Loretto, M.H.: ELECTRON BEAM ANALYSIS OF MATERIALS**

*London, Chapman and Hall, 1985, 210 p.*

Az anyagok fizikai, mechanikai és elektromos tulajdonságait mikrostruktúrájuk határozza meg. Ha befolyásolni, vagy értékelni akarjuk ezeket a tulajdonságokat, akkor fontos, hogy képesek legyünk a mikrostruktúra vizsgálatára igen nagy felbontással, egészen atomi méretekig.

Loretto könyve a mikrostruktúra vizsgálatára alkal-

mas módszerekkel a transzmissziós és pásztázó elektronmikroszkópiával, az elektron-diffraktometriával, az Auger-spektroszkópiával és az elektronszondás mikroanalízissel foglalkozik. Ezek a vizsgálati módszerek egymástól függetlenül alakultak ki, de napjainkban már vannak olyan összetett analizátorok, amelyek különböző üzemmódban más és más vizsgálati módszerek elvégzésére alkalmasak.

A könyvnek három fő része van. Az első részben elméleti alapfogalmakkal foglalkozik a szerző, ismerteti az elektronsugaras műszerek működési alapelvét és foglalkozik az elektronok és a vizsgálandó minta kölcsönhatásával. A második rész a különböző elektronsugaras műszerek felépítését és működését mutatja be. A harmadik részben a mérési adatok értelmezésével foglalkozik a szerző.

**Carmony, L.A.—Holliday, R.L.: MACINTOSH PASCAL**  
*Rockville, Computer Science Press, 1985, 497 p.*

A személyi számítógépek megjelenése jelentős változást hozott a számítástechnikai könyvkiadásban. Elterjedtek a közvetlen tanulásra szolgáló könyvek, amelyek egyetlen számítógép típus vagy egy adott programozási nyelv használatát mutatják be. Ezek a könyvek a gépek bekapcsolásától, az első diszketöltéstől kezdve magyarázzák el az előképzettség nélküli olvasóknak, mit kell tennie, ha használni kívánja számítógépét.

Ezeknek a könyveknek a sorába tartozik Carmony és Holliday műve, amely azonban valamivel mégis kitűnik a hasonló kiadványok sorából. A könyvben ismertetett Pascal nyelv ugyanis az egyik legkorszerűbb strukturált programnyelv, amely nem éppen kezdők számára készült. Ennek ellenére vagy talán éppen ezért számíthat sikerre ez a könyv, amely a Macintosh számítógép bővített PASCAL nyelvének jellemzőit és használatát mutatja be sok példával és mintaprogrammal illusztrálva. A könyv kéziratát stílusosan a Macintosh szövegszerkesztő rendszerével írták, az ábrák a gép nyomtató/rajzoló egységével készültek.

**Campbell, J.—Redden, S.R.: WORKING WITH APPLEWORKS**

*Hasbrouck Heights, Hayden, 1985, 320 p.*

Az AppleWorks az Apple IIc és IIe típusú személyi számítógépekre kidolgozott nagyteljesítményű, integrált felhasználói programrendszer. Az integrált jelző arra utal, hogy a felhasználó szabadon mozgathatja a feldolgozandó adatokat a különböző speciális célú programok között. A legtöbb korszerű integrált szoftvercsomaghoz hasonlóan az AppleWorks is három fő feladat ellátására alkalmas: szövegszerkesztésre, különböző számításokra és adatbáziskezelésre.



A szerzők olyan könyvet adnak a kezdő, számítástechnikai ismeretekkel nem rendelkező olvasók kezébe, amelyből megérthetik az AppleWorks működését és el-sajátíthatják használatát. A könyvnek öt fejezete van. Az első fejezet egy általános bevezetés, a másodikban az AppleWorks szövegszerkesztő csomagjának működését részletezik a szerzők. A harmadik fejezet az ún. spreadsheet programokkal foglalkozik, a negyedik az adatbázis-kezelés eszközeit mutatja be. Az utolsó fejezetben az előzőekben megismert programok használatát ismertetik a szerzők konkrét példákon keresztül.

**Oxner, E.S.: POWER FETS AND THEIR APPLICATIONS**

*Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1985, 313 p.*

Mi a teljesítmény-FET? Mire használható? Hogyan használjuk? Ezekre a kérdésekre válaszol a szerző ebben a könyvben. A nagyteljesítményű térvezérlésű tranzisztoroknak (FET-eknek) több olyan előnyös tulajdonságuk van, amely indokolttá teszi használatukat tápegységekben, vezérlésekben és hangfrekvenciás erősítőkben. Ugyancsak előnyösen használhatók kapcsolóként és nagyfrekvenciás teljesítményerősítőkben. A könyv szerzője, aki a Siliconix, az egyik legnevesebb félvezetőgyár fejlesztőmérnöke, bemutatja az olvasóknak, miért népszerűbbek egyre a teljesítmény-FET-ek ezekben az alkalmazásokban, milyen előnyeik vannak a hagyományos bipoláris tranzisztorokkal szemben.

A könyv nem kapcsolásgyűjtemény, a szerző elsősorban az elméleti összefüggésekkel foglalkozik, a könyvben szereplő gyakorlati kapcsolások is csak ezek illusztrálására szolgálnak.

**Hilton, J.: ALL YOU EVER WANTED TO KNOW ABOUT MICROSCOPY AND WERE AFRAID TO ASK**

*Littleton, Altitude Publishing, 1985, 111 p.*

A könyv egy rövid, rendkívül logikusan felépített ismertető az iparban használt mikroszkópokról és mikroszkópos vizsgálati eljárásokról. Elsősorban a félvezetőgyártás területén dolgozó szakemberek számára készült, de haszonnal forgathatják más szakterületek művelői is.

A könyvnek hét fejezete van. Az első fejezetben a mikroszkópok felépítését ismerteti a szerző, a további fejezetekben a mikroszkópos vizsgálati módszereket és a különböző alkalmazási területeket mutatja be. Néhány fejezetcím a könyvből: Interferometria, Infravörös vizsgálatok, Fotómikroszkópia, Makro-mikroszkópia, Mérő-mikroszkópok. A könyvben néhány alapvetően új mikroszkópos vizsgálati eljárást is bemutat a szerző, többek között az akusztikai mikroszkópokkal foglalkozik egy külön fejezetben.

A könyvet elsősorban az iparban dolgozó mikroszkópos szakemberek figyelmébe ajánljuk.

**JONES' INSTRUMENT TECHNOLOGY SERIES**

*Sevenoaks, Butterworths, 1986, Vol 1.- Vol 5.*

Bővített és átdolgozott kiadásban jelentette meg a Butterworths kiadó egyedülálló műszertechnológiai szak-könyv-sorozatát. Az E.B. Jones által szerkesztett sorozat két új kötettel bővült, a jelenlegi, negyedik kiadás köte-  
tei az alábbi témákat dolgozzák fel:

1. kötet. Mechanikai mérések
  2. kötet. Hőmérsékletmérés és kémiai analízis
  3. kötet. Elektromos jellemzők mérése. Sugárzásmérés
  4. kötet. Műszerrendszerek
  5. kötet. Automatikus műszerek és mérőrendszerek.
- Valamennyi kötet több szerző közös munkája. A sorozatszerkesztő munkáját dicséri, hogy ennek ellenére a kötetek felépítése és stílusa egységes. A sorozatot első-sorban a műszertervezéssel foglalkozó szakemberek figyelmébe ajánljuk.

**Suppan-Borowka, J.—Simon, T.: MAP DATEN KOMMUNIKATION IN DER AUTOMATISIERTEN FERTIGUNG**

*Pulheim, DATACOM, 1986, 211 p.*

A számítógépes adatátvitellel kapcsolatos szakkönyvek kiadására létrehozott DATACOM könyvkiadó újdonsága a gyártásautomatizálás területén használt adatátviteli rendszerekkel foglalkozik. A MAP (Manufacturing Automation Protocol) elnevezés az amerikai General Motors autógyár nevéhez fűződik. Ezt a rendszert 1980 és 1983 között dolgozta ki egy szakértőcsoport Mike Kaminski vezetésével a GM megbízásából. Napjainkra egész sor nagy számítógépgyár kötelezte el magát a MAP rendszer mellett, többek között az IBM, a Hewlett-Packard, és a Digital Equipment Corporation.

A DATACOM kiadványa a MAP-rendszerrel kapcsolatos elméleti ismereteket foglalja össze. Emellett a könyvben megtalálható a MAP-rendszerben kiépíthető busz-rendszerek rövid leírása is, ezek közé tartozik a DIN/PDV-busz, az IEC-busz, a TELEPERM M és a TDC 3000 rendszerek.

**Brumm, P.: THE MICRO TO MAINFRAME CONNECTION**

*Blue Ridge Summit, TAB, 1986, 224 p.*

A mikroszámítógépek egyre nagyobb számban találhatók meg olyan intézményekben is, amelyek nagyszámítógéppel is rendelkeznek. Ezzel együtt azonnal felmerül a kér-



dés, hogyan csatlakoztathatók ezek a kisebb, személyi használatra szánt gépek az intézet központi gépéhez. A csatlakoztatás nem elsősorban hardver-szempontról probléma, ez egyszerűen megoldható a szabványos interfészcsatlakozók használatával. Nagyobb gondot jelent a hatékony adatkezelő szoftvercsomagok kiválasztása. Ezt a munkát könnyíti meg Brumm könyve, amely ismerteti a különböző csatlakoztatási módszereket áttekintve a különböző számítógépyárak által használt konkrét megoldásokat.

Néhány fejezetcím a könyvből: Fizikai és adat kompatibilitás, Adatvédelem, Tipikus számítógép hálózatok, Csatlakozás IBM gépekhez stb.

**Thomposon, M.—Walsh, J.N.: A HANDBOOK OF INDUCTIVELY COUPLED PLASMA SPECTROMETRY**

*Glasgow and London, Blackie et Son, 1983, 273 p.*

A tíz fejezetre tagolt könyv a húszéves múlta visszatekintő, rendkívül hatékony elem-analitikai eljárást, az induktívcsatolt plazma atomemissziós spektrometriát (ICPAES) ismerteti.

Az első három fejezetben a szerzők a módszer kialakulásának rövid történetét, a műszerépítés elvét, a főegységeket és típusokat ismertetik. A következő két fejezet a geokémiai alkalmazásokról és közetanalízisről szól, beleértve a mintavételt és előkészítést, a kalibrálást és az eredmények kiértékelését is. A gázfázisú minták injektálási módszereit, a hidridképző eljárásokat, valamint antimon, arzén, bizmut közet-, talaj-, növényi mintákból való kimutatási változatait a 6. fejezetben találjuk.

Egészen különleges eljárásokat mutatnak be a szilárdminták analízisét összefoglaló 7. fejezetben. Egyik ilyen változat, amikor lézersugaras mikrooptikai berendezéssel gőzölgötetik el az anyagot és argongáz viszi a plazmába. A lézersugár gerjesztette emissziós sugárzást száloptikán vezetik a spektrométerbe és szimultán értékelik ki a plazmaemisszióval. A vízanalízisről szól a következő fejezet, míg a kilencedik a környezetvédelem szerteágazó problémáinak megoldásával foglalkozik. A 10. utolsó fejezet

megkísérel az ICP technika jövőjére választ adni, hogy közben felhívja a figyelmet a már megvalósult kombinált eljárásokra, amikor az ICP-spektrométert más analitikai berendezéssel pl. ICP-tömegspektrométerrel kapcsolják össze.

A könyvet elsősorban gyakorló analitikai szakembereknek és a téma iránt érdeklődő egyetemi hallgatóknak ajánljuk, de az ICP terjedő ipari alkalmazása miatt a fém- és félvezetőipar szakemberei is érdekeltek lehetnek.

**Teo, B.K. and Joy, D.C.: EXAFS SPECTROSCOPY TECHNIQUES AND APPLICATIONS**

*New York and London, Plenum Press, 1981. 275 p.*

Az EXAFS betűszó a kiterjesztett tartományú röntgen abszorpciós finomszerkezet spektroszkópia (Extended X-Ray Absorption Fine Structure Spectroscopy) fogalmat takarja. Az első EXAFS szerkezet vizsgálatokat Fricke és Hertz végezte még 1920-ban. A könyv aktualitását az adja, hogy a megjelenő szinkrotronok új lehetőségeket nyitottak meg az EXAFS spektroszkópia területén. A szinkrotronból kilépő röntgensugárzás tartománya szélesebb és intenzitása 3 vagy több nagyságrenddel nagyobb mint a hagyományos röntgensöveké. Az erős sugárzás miatt néhány percre rövidül azoknak a méréseknek az ideje, amelyekhez korábban legalább egy hétre volt szükség. A könyv 21 fejezete valójában a Bostonban 1979-ben megtartott EXAFS témájú tudományos konferencia előadásai anyagát tartalmazza a történeti áttekintéstől a különféle alkalmazásokig. Az egyes témaköröket a legtöbb esetben elméleti összefoglaló nyitja meg, majd a kísérleti eredmények, méréstechnikai ismertető követi. A záró rész a következtetéseket, tapasztalatokat tartalmazza. Néhány fejezet a szinkrotron sugárzást alkalmazó kutató laboratóriumok felépítését mutatja be pl. Stanford, Cornell, Brookhaven stb. Más fejezetek az EXAFS vizsgálatokhoz kapcsolódó visszaszórt elektronenergia veszteséget detektáló (EELS) spektroszkópiával foglalkoznak.

A könyv gyakorló szakembereknek, fizikusoknak, vegyészeknek, egyetemi hallgatóknak ajánlható.



## A kölcsönműszerpark szaporulata

Összeállította: GÖRGÉNYI LÁSZLÓ

### Digitális elektrométer, 617 típ.

Keithley gyártmány

feszültségmérőként	
méréstartomány	200 mV ... 200 V
felbontás	10 $\mu$ V
bemenő impedancia	200 Tohm, 20 pF
pontosság	0,05% + 1 digit
árammérőként	
méréstartomány	2 pA ... 20 mA
felbontás	10 <sup>-18</sup> A
pontosság	0,15% + 4 digit
töltésmérőként	
méréstartomány	200 pC ... 20 nC
felbontás	10 <sup>-14</sup> C
ellenállásmérőként	
méréstartomány	2 kohm ... 200 Gohm
felbontás	100 mohm
pontosság (alacsonyabb méréstartományokban)	0,25% + 1 digit
kijelzés	5 és 1/2 digit
A készülék GP-IB rendszerben vezérelhető.	

### Programozható digitális multiméter, 7151 típ.

Solartron gyártmány

egyenfeszültség mérőként	
méréstartomány	100 mV ... 1000 V
felbontás	100 nV
bemenő ellenállás	10 Mohm
pontosság	a mért érték 0,002%-a + 3 digit
egyenárammérőként	
méréstartomány	200 mA
felbontás	1 $\mu$ A
pontosság	a mért érték 0,02%-a + 3 digit
váltakozófeszültség mérőként	
méréstartomány	100 mV ... 1000 V
felbontás	1 $\mu$ V
frekvenciartomány	20 Hz ... 100 kHz

bemenő impedancia	1 Mohm, 100 pF
pontosság	a mért érték 0,05%-a + 20 digit
váltakozóáram mérőként	
méréstartomány	200 mA
felbontás	10 $\mu$ A
frekvenciartomány	40 ... 440 Hz
pontosság	a mért érték 0,05%-a + 20 digit
ellenállásmérőként	
méréstartomány	1 kohm ... 20 Mohm
felbontás	1 mohm
pontosság	a mért érték 0,002%-a + 3 digit
kijelzés	
váltakozófeszültség és árammérésnél	3 és 1/2 ... 5 és 1/2 digit
egyéb üzemmódban	3 és 1/2 ... 6 és 1/2 digit
belső tárolás	500 mérési eredmény
programozási lehetőségek	a) szorzás konstanssal b) százalékos eltérés c) abszolút eltérés d) aránymérés e) maximum-minimum érték-mérés f) határértékmérés g) statisztikai átlagértékmérés

A készülék GP-IB és RS 232 C rendszerben programozható.

### Nagysebességű digitális multiméter, 7061 típ.

Solartron gyártmány

egyenfeszültség mérőként	
méréstartomány	200 mV ... 1000 V
felbontás	100 nV
bemenő ellenállás	10 Gohm
pontosság	25 ppm + 2 digit
váltakozófeszültség mérőként	
méréstartomány	200 mV ... 750 V
felbontás	1 $\mu$ V
frekvenciartomány	40 Hz ... 100 kHz
bemenő impedancia	1 Mohm, 150 pF
pontosság	0,05% + 20 digit



egyenárammérőként	
méréstartomány	2000 mA
felbontás	1 $\mu$ A
pontosság	0,04% + 10 digit
váltakozóáram mérőként	
méréstartomány	2000 mA
felbontás	10 $\mu$ A
pontosság	0,2% + 20 digit
ellenállásmérőként	
méréstartomány	200 ohm ... 1 Gohm
felbontás	100 $\mu$ ohm
pontosság	30 ppm + 4 digit
hőmérsékletmérőként	
méréstartomány	-200 ... +600°C
felbontás	0,001°C
érzékelő	Pt ellenálláshőmérő
mérési sebesség	
egyenfeszültség és	
ellenállásmérésnél	0,5 ... 1500 mérés/s
egyéb üzemmódban	5 ... 60 mérés/s
belső tárolás	8000 mérési eredmény

A készülék GP-IB rendszerben vezérelhető.

### Digitális multiméter, 7071 típus.

*Solartron gyártmány*

egyenfeszültség mérőként	
méréstartomány	100 mV ... 1000 V
felbontás	10 nV
bemenő ellenállás	
- 10 V-ig	10 Gohm
- 10 V felett	10 Mohm
pontosság	20 ppm
váltakozófeszültség mérőként	
méréstartomány	100 mV ... 1000 V
felbontás	1 $\mu$ V
frekvenciatartomány	10 Hz ... 1 MHz
bemenő impedancia	1 Mohm, 150 pF
pontosság	a mért érték 0,06%-a + a mérés-tartomány 0,005%-a
ellenállásmérőként	
méréstartomány	100 ohm ... 1 Gohm
felbontás	10 $\mu$ ohm
pontosság (alacsonyabb méréstartományokban)	20 ppm
kijelzés	
váltakozófeszültség mérésnél	3 és 1/2 ... 6 és 1/2 digit
egyéb üzemmódban	3 és 1/2 ... 7 és 1/2 digit

A készülék GP-IB, RS 232 és scanner csatlakozással rendelkezik.

### Kétsugaras oszcilloszkóp, 1745 A típus.

*Hewlett-Packard gyártmány*

képernyő mérete	10 x 13 cm
fügőleges erősítő	
frekvenciatartomány	DC ... 100 MHz
érzékenység	5 mV/osztás ... 20 V/osztás
bemenő impedancia	1 Mohm, 20 pF vagy 50 ohm
felfutási idő	3,5 ns
vízszintes erősítő	
frekvenciatartomány	DC ... 40 MHz
érzékenység	5 ... 10 mV/osztás

felfutási idő	9 ns
kettős időalap-generátor	
időeltérítés sebessége	5 ns/osztás ... 2 s/osztás
	5 ns/osztás ... 20 ms/osztás

### Kétsugaras oszcilloszkóp digitális multiméterrel, 2236 típus.

*Tektronix gyártmány*

képernyő mérete	8 x 10 cm
fügőleges erősítő	
frekvenciatartomány	DC ... 100 MHz
érzékenység	2 mV/cm ... 5 V/cm
bemenő impedancia	1 Mohm, 22 pF
felfutási idő	3,5 ns
vízszintes erősítő	
frekvenciatartomány	DC ... 2,5 MHz
érzékenység	2 mV/cm ... 5 V/cm
bemenő impedancia	1 Mohm, 22 pF
felfutási idő	3,5 ns
kettős időalap-generátor	
időeltérítés sebessége	5 ns/cm ... 0,5 s/cm
	5 ns/cm ... 50 ms/cm

A beépített multiméterrel feszültség, ellenállás, frekvencia és idő, valamint hőmérséklet mérési lehetőség.

### Kétsugaras digitális tároló oszcilloszkóp, DS 6121 típus.

*Iwatsu gyártmány*

képernyő mérete	8 x 10 cm
fügőleges rendszer	
frekvenciatartomány	
- normál üzemben	DC ... 100 MHz
- tároló üzemben	DC ... 10 MHz (egycsatornás)
	DC ... 5 MHz (kétsatornás)
- ekvivalens mintavétel	DC ... 100 MHz (periodikus jelekre)
érzékenység	1 mV/cm ... 5 V/cm
bemenő impedancia	1 Mohm, 27 pF
felfutási idő	3,5 ns
vízszintes erősítő	
frekvenciatartomány	DC ... 2 MHz
kettős időalap-generátor	
időeltérítés sebessége	2 ns/cm ... 0,1 s/cm (normál üzemben)
	0,02 s/cm ... 10 s/cm (roll üzemben)
- A időalap	2 ns/cm ... 10 s/cm (tároló üzemben)
- B időalap	2 ns/cm ... 0,1 s/cm (tároló üzemben)
digitális tárolás	
felbontás	8 bit
mintavételezési frekvencia	max. 40 MHz
tárolható hullámformák	4 (max. 10 napig)
aritmetikai műveletek	összeadás, kivonás, szorzás
kimenetek	analóg Y, tollemeles, kapujelek

A készülék GP-IB rendszerben vezérelhető.



### **Sweepgenerátor, 1080 típus.**

#### **Wavetek gyártmány**

frekvenciatartomány	1 ... 1000 MHz
kimenő szint	+13 ... -70 dBm
kimenő impedancia	50 ohm
sweep szélessége	200 kHz ... 1000 MHz
markerjelek	1, 10 és 100 MHz
SWR mérés	FB 40-50 típus. híddal
kijelzés	1905 típus. display

### **Digitális stroboszkóp, 4912 típus.**

#### **Brüel-Kjaer gyártmány**

méréstartomány	0 ... 90000/min
pontosság	0,1%
kijelzés	4 digit

### **Digitális mikroohmmérő, 580 típus.**

#### **Keithley gyártmány**

méréstartomány	100 mohm ... 200 kohm
felbontás	10 $\mu$ ohm
pontosság	0,04% + 2 digit
kijelzés	4 és 1/2 digit

A készülék GP-IB rendszerben vezérelhető.

### **Digitális RLC mérőhíd, 4274 A típus.**

#### **Hewlett-Packard gyártmány**

mérhető paraméterek	induktivitás, kapacitás, ellenállás, veszteségi tényező, egyenértékű soros ellenállás, vezetőképesség, reaktancia, szuszeptancia, fázisszög
---------------------	---

méréstartományok	
induktivitásmérés	100 nH ... 1000 H
kapacitásmérés	1 pF ... 1 F
ellenállásmérés	100 mohm ... 10 Mohm
mérőfrekvencia	100 Hz ... 100 kHz
mérőfeszültség	1 mV ... 5 V
kijelzés	5 és 1/2 digit

A készülék GP-IB rendszerben vezérelhető.

### **Spektrumanalizátor, TR-4131/E típus.**

#### **Advantest gyártmány**

frekvenciatartomány	10 kHz ... 3,5 GHz
frekvencioléket	100 kHz ... 4 GHz
pontossága	5%
felbontási sáv szélesség	1 kHz ... 1 MHz
frekvenciamarker	beállítható
amplitúdó kijelzés	
LOG üzemmódban	2 ... 10 dB/osztás
LIN üzemmódban	10 osztás

amplitúdó marker felbontás	0,05 és 0,2 dB
video szűrő	10, 100 Hz és 10 kHz
pásztázási idő	5 ms/osztás ... 10 s/osztás
bemenő impedancia	50 ohm
kimenetek	kalibrációs, monitor, regisztráló, IF, video, tracking generátor

#### **TR-4153A típus. tracking generátor**

frekvenciatartomány	100 kHz ... 2 GHz
kimenő szint	0 ... -59 dBm

A készülék GP-IB rendszerben vezérelhető.

### **Zajfeszültségmérő, EPS 86 típus.**

#### **Elektronika Szöv. gyártmány**

frekvenciatartomány	15 Hz ... 50 kHz
feszültségtartomány	30 $\mu$ V ... 300 V
bemenő impedancia	
szimmetrikus	600 ohm vagy 10 kohm
aszimmetrikus	600 ohm vagy 10 kohm vagy 100 kohm
kimenet	analóg

### **Integráló hangszintmérő, 2221 típus.**

#### **Brüel-Kjaer gyártmány**

mérési módok	hosszúidejű zajátlag rövididejű zajátlag csúcsérték
méréstartomány	25 ... 145 dB
integrációs idő	
hosszúidejű zajátlagnál	max. 2,77 h
kijelzés	3 és 1/2 digit
kimenet	analóg (AC)

### **Logikai analizátor, 318 típus.**

#### **Tektronix gyártmány**

bemenet	
csatornák száma	16
frekvenciatartomány	0 ... 50 MHz
belső óra	
mintavételezési intervallum	20 ns/minta ... 5000 ms/minta
adatkijelzés módja	idődiagram, állapotábra

### **Hordozható rezgésanalizátor, 3513 típus.**

#### **Brüel-Kjaer gyártmány**

méréstartomány	
gyorsulásra	0,1 mm/s <sup>2</sup> ... 100 m/s <sup>2</sup>
sebességre	1 $\mu$ m/s ... 1 m/s
útra	0,01 $\mu$ m ... 10 mm
pontosság	5%
hangolható szűrő	
frekvenciatartomány	0,2 Hz ... 20 kHz



regisztráló kimenet  
gyorsulás érzékelő

AC és DC  
4370 típus.

### **Digitális infravörös hőmérsékletmérő, 4474 típus.**

*Ultrakust gyártmány*

méréstartomány	0 ... 900 °C
pontosság	1%
spektrális érzékenység	8 ... 9 µm
kijelzés	3 és 1/2 digit
regisztráló kimenet	analóg
táplálás	telepről

### **Digitális infravörös hőmérsékletmérő, HPH 2000 típus.**

*VEB Messgerätewerk Erich Weinert gyártmány*

méréstartomány	600 ... 2000 °C
pontosság	1%
spektrális érzékenység	0,7 ... 1,1 µm
kijelzés	3 és 1/2 digit
regisztráló kimenet	analóg
táplálás	telepről

### **Hődrótos anemométer, MV 85 típus.**

*LAB Instruments gyártmány*

méréstartomány	
légsebességmérőként	0 ... 30 m/s
hőmérsékletmérőként	-30 ... +90 °C
érzékenység	
légsebességmérőként	0,01 m/s
hőmérsékletmérőként	0,1 °C

### **Elektronikus mikromanométer, EDM 2500 M típus.**

*Airflow gyártmány*

méréstartomány	0 ... 2500 Pa
áramlási sebesség	0 ... 28 m/s
áram ellátás	telepről
regisztráló kimenet	analóg

### **Többcsatornás programozható regisztráló, 3081/44 típus.**

*Yokogawa gyártmány*

bemenetek száma	18 (DC-re és hőelemre) 12 (ellenálláshőmérőre)
méréstartományok	
feszültségmérésnél	20 mV ... 50 V
hőelemeknél	-200 ... +2350 °C
ellenálláshőmérőknél	-200 ... +550 °C
pontosság	
feszültségmérésnél	0,5%

hőelemeknél  
ellenálláshőmérőnél  
papírszélesség  
papírsebesség  
regisztrátum

0,05%  
0,1%  
250 mm  
1 ... 1200 mm/h  
analóg vagy  
analóg és digitális

### **Poroziméter, DC H8d típus.**

*Fischer gyártmány*

felhasználás	elektromosan vezető alapra fel- vitt lakk- és festékréteg vizsgálá- lata
mérőfeszültség	0,5 ... 15 kV
rövidzárási áram	0,6 mA
átütési idő	1 ms

### **Mikrokeménységmérő, MICRODUR típus.**

*Krautkrämer gyártmány*

mérőerő	7,7 N
méréstartomány	
Vickers	50 ... 990 HV
Rockwell C	20,0 ... 68,0 HRC
kijelzés	3 digit

### **Négycsatornás kompenzográf, SP K4V típus.**

*Riken Denshi gyártmány*

méréstartomány	1 mV ... 500 V
pontosság	0,25%
bemenő ellenállás	10 Mohm
papírszélesség	250 mm
papírsebesség	3 cm/h ... 120 cm/min

### **Digitális porkoncentrációmérő, P-5H2 típus.**

*Sibata gyártmány*

méréstartomány	0,001 ... 10 mg/m <sup>3</sup>
max. érzékenység	0,001 mg/m <sup>3</sup>
pontosság	10%
kijelzés	3 és 1/2 digit
regisztráló kimenet	analóg

### **Teodolit, THEO 010 B típus.**

*Zeiss gyártmány*

távcső	30 x
objektív szabad átmérő	40 mm
látószög	1,3°
irányzási távolság	1,5 ... 500 m



**Digitális fényssűrűségmérő, J-16 típus.**  
*Tektronix gyártmány*

méréstartomány	
J 6502 típus. mérőfejjel	0,01 ... 19,99 mW/m <sup>2</sup>
J 6503 típus. mérőfejjel	1 ... 1999000 cd/m <sup>2</sup>
linearitás	2%
kijelzés	3 és 1/2 digit

**Gravimetrikus pormintavevő, SPG 210 típus.**  
*NDK gyártmány*

átfolyó levegőmennyiség	9 m <sup>3</sup> /h
táplálás	220 V vagy telepről

**Örvényáramú rétegvastagságmérő,**  
**PERMASCOPE E-110 típus.**  
*Fischer gyártmány*

mérési mód	elektromosan vezető alapon nem vezető bevonatok mérése
méréstartomány	0 ... 1000 µm
pontosság	2%

**Ultrahangos falvastagságmérő, DM 3 típus.**  
*Krautkrämer gyártmány*

méréstartomány	
DA 301 típus. mérőfejjel	1,2 ... 200 mm
DA 305 típus. mérőfejjel	4 ... 300 mm
pontosság	0,1 mm
kijelzés	4 digit

**Repedésmélység mérő, X-RT 804 típus.**  
*Krautkrämer gyártmány*

méréstartomány	0,5 ... 24 mm
pontosság	10%

**Ráesőfényű kutatómikroszkóp, JENAVER T típus.**  
*Zeiss gyártmány*

binokuláris ferde tubus	
okulárok	GF-P 10x, GF-P 16x
objektívek	5x, 10x, 20x, 50 x és HI 100x (planachromat sorozat)
szögosztós kerek tárgyasztal	
világos és sötét látóterű kondenzor	
beépített világítás	

**Mátrix nyomtató, CR 220 típus.**  
*Seikosha gyártmány*

nyomtatási sebesség	50 karakter/s
karaktertípus	5 x 7 pontmátrix
max. oszlopok száma	80
interfész	Centronics

**Mátrix nyomtató, MPS 801 típus.**  
*Commodore gyártmány*

nyomtatási sebesség	50 karakter/s
karaktertípus	5 x 7 pontmátrix
max. oszlopok száma	80
interfész	Centronics

**Digitális UV-abszorpcióméter, UVICORD SD típus.**  
*LKB gyártmány*

abszorpció méréstartomány	0,005 ... 2 A
hullámhossz	206, 226, 254, 280, 313, 365 és 405 nm
időkonstans	0,5 ... 10 s
regisztráló kimenet	analóg
kijelzés	3 és 1/2 digit

**Digitális refraktométer, DBX-50 típus.**  
*Atago gyártmány*

méréstartomány	0 ... 50%
pontosság	0,1%
kijelzés	3 és 1/2 digit

**Cukoripari polariméter, POLAMAT S típus.**  
*Zeiss gyártmány*

méréstartomány	-110 ... +110°S 0 ... +100°S
pontosság	0,03°S
ismétlőképesség	0,03°S
beállási sebesség	30°S/s
hullámhossz	546,1 nm

**Fluoreszcensz detektor, LS 1 típus.**  
*Perkin Elmer gyártmány*

gerjesztési hullámhossz	260 ... 650 nm
emissziós hullámhossz	390 ... 800 nm
érzékenység	0,01 ppb kininszulfát
minta térfogat	7 µl
kijelzés	4 digit
kimenet	analóg



**Digitális denzitométer, TR 927 típus.***Macbeth gyártmány*

méréstartomány átvilágításnál	0 ... 4,00 D
rávilágításnál	0 ... 2,50 D
pontoság	0,02 D
kimenetek	RS 232, BCD

**Digitális gyorsmérleg, PE 600 típus.***Mettler gyártmány*

méréstartomány	0 ... 610 g
tárazási tartomány	0 ... 610 g
érzékenység	0,01 g

**Digitális gyorsmérleg, PE 3000 típus.***Mettler gyártmány*

méréstartomány	0 ... 3100 g
tárazási tartomány	0 ... 3100 g
érzékenység	0,1 g

**Digitális gyorsmérleg, PE 6000 típus.***Mettler gyártmány*

méréstartomány	0 ... 6000 g
tárazási tartomány	0 ... 6000 g
érzékenység	1 g

**Digitális pH-ionmérő, 940 típus.***Orion Research gyártmány*

méréstartomány	
pH mérés	-2 ... +20 pH
feszültség	-20 ... +20 mV
hőmérséklet	-10 ... +110°C
felbontás	
pH mérés	±0,001 pH
feszültség	±0,1 mV
hőmérséklet	±0,1°C
ionszelektív elektródok	kálium és nátrium
kijelzés	4 és 1/2 digit

**Hordozható ionmérő ammónium meghatározásra, SA 270 típus.***Orion Research gyártmány*

méréstartomány	0,01 ... 17000 ppm
hőmérséklettartomány	0 ... 50°C
kijelzés	3 és 1/2 digit

**Digitális gyorsmérleg, PE 12 típus.***Mettler gyártmány*

méréstartomány	0 ... 12000 g
tárazási tartomány	0 ... 12000 g
érzékenység	1 g

**Digitális analitikai mérleg, AE 200 típus.***Mettler gyártmány*

méréstartomány	0 ... 200 g
tárazási tartomány	0 ... 200 g
érzékenység	0,1 mg

**Hordozható ionmérő ólom meghatározásra, SA 270 típus.***Orion Research gyártmány*

méréstartomány	0,2 ... 20700 ppm
hőmérséklettartomány	0 ... 80°C
kijelzés	3 és 1/2 digit

**Hordozható ionmérő nitrogénoxid meghatározásra, SA 270 típus.***Orion Research gyártmány*

méréstartomány	0,18 ... 230 ppm
hőmérséklettartomány	0 ... 50°C
kijelzés	3 és 1/2 digit

**Fluoridion-koncentráció mérő, OP-262 típus.***Radelkis gyártmány*

méréstartományok	$10^{-6}$ ... $10^0$ mol/dm <sup>3</sup> fluorid-ion
	0,19 ... 19000 ppm
	0 ... 6 pF (pF=fluoridion koncentrációjának negatív logaritmus)
ismétlőképesség	0,01 pF
minta térfogata	70 ... 100 mm <sup>3</sup>
termosztálási tartomány	+20 ... +40°C
regisztráló kimenet	analóg

**Hordozható oldott oxigénmérő, SA 270 típus.***Orion Research gyártmány*

méréstartomány	0 ... 14 ppm
hőmérséklettartomány	0 ... 45°C
kijelzés	3 és 1/2 digit



**Rotációs viszkoziméter, LVTD típus.**  
*Brookfield gyártmány*

méréstartomány	15 ... 2000000 mPas
fordulatszám	0,3 ... 60/min
kijelzés	3 digit
regisztráló kimenet	analóg

**Rotációs viszkoziméter, HATD típus.**  
*Brookfield gyártmány*

méréstartomány	200 ... 16000000 mPas
fordulatszám	0,5 ... 100/min
kijelzés	3 digit
regisztráló kimenet	analóg

**Orvosi centrifuga, MPW 340 típus.**  
*Mechanika Precyzyjna gyártmány*

fordulatszám	4000/min
gravitációs térerő	2600 g
centrifugacsövek száma	4
centrifugacsövek térfogata	10, 25, 50, 100 ml

**Frakciószedő, HeliRac 2212 típus.**  
*LKB gyártmány*

kémcsövek száma	101 (12 mm Ø) 76 (16 mm Ø) 43 (28 mm Ø)
beállítható időintervallum	0,1 ... 999 min
beállítható cseppszám	1 ... 9999
max. cseppsebesség	12 csepp/s

**Gázkromatográf, 8250 típus.**  
*Perkin Elmer gyártmány*

kemence hőmérséklettartománya	-80 ... +500°C
hőmérséklet programozó	
felfűtési sebessége	0,1 ... 30°C/min
detektor	lángionizációs
kolonnák	kapillár
nyomásszabályozó mérés- tartománya	0 ... 200 kPa
adatfeldolgozó kalkulátor	beépítve
kijelzés	képernyőn és grafikus plotte- ren

**Rotációs viszkoziméter, Rheomat 108 típus.**  
*Contraves gyártmány*

méréstartomány	7,6 ... 63000 mPas
fordulatszám	50 ... 1000/min
nyíró esés	8,1290/s
kijelzés	3 és 1/2 digit
regisztráló kimenet	analóg

**Laboratóriumi centrifuga, MPW 310 típus.**  
*Mechanika Precyzyjna gyártmány*

fordulatszám	
8x10 ml ferde rotorral	13500/min
12x12 ml ferde rotorral	14500/min
4x10 ml vízszintes rotorral	9000/min
24x1 ml vízszintes rotorral	12000/min
gravitációs térerő	max. 14500 g

**Vegye igénybe TARTÓS KÖLCSÖNZÉSI (LIZING)  
szolgáltatásunkat!**

- A kiválasztott műszert vagy számítógépet az Ön által megadott összeállításban szerezzük be
- A fizetett kölcsöndíjat költségként számolhatja el
- A szerződés lejártakor a készüléket csekély térítés ellenében adjuk át

**Részletes információért hívja fel Műszerkölcsönzési Főosztályunkat.**

*Telefon: 450-903*





# Szolgálatunk életéből

## Szemináriumok, rendezvények 1986-ban

Szervizképvisleti Főosztályunk mintegy 57 jelentős külföldi műszergyártó céggel kötött vevőszolgálati szerződést, műszereik karbantartására, javítására. Ezek a cégek igénylik közreműködésünket szemináriumaik, műszerbemutatóik megrendezésében is. Új Szolgáltatóházunk kiváló lehetőséget adott arra, hogy a Főosztály vevőszolgálatát átvegye ezeknek a rendezvényeknek a megszervezését. Munkánk felöleli a meghívók megfogalmazását, kiküldését, a jelentkezők regisztrálását, a rendezvény műszaki feltételeinek biztosítását, valamint a hazai szakembereknek külföldi partnereinkkel személyes kapcsolatot felvétel megteremtését.

1986-ban rendezvényeink átlagos látogatottsága 200 fő volt, de az egyik szemináriumon 300 érdeklődő elhelyezését kellett biztosítanunk. Az év folyamán a következő cégek szemináriumait és műszerbemutatóit rendezték meg.

**Radiometer.** Az év első rendezvényén az analitikai műszereket gyártó cég új titrátor-családjáról esett szó.

**Perkin-Elmer.** Két alkalommal került sor rendezvényre: az elsőn az atomabszorpciós spektrofotométereket és ICP/plazma spektrométereket, a másodikon az adatfeldolgozó gázkromatográfokat és a modern biotechnikában alkalmazott műszereket ismertették. A délutáni műszerbemutatókon a Perkin-Elmer laboratóriumi robotrendszeréről, a ROBOTICS System-ről



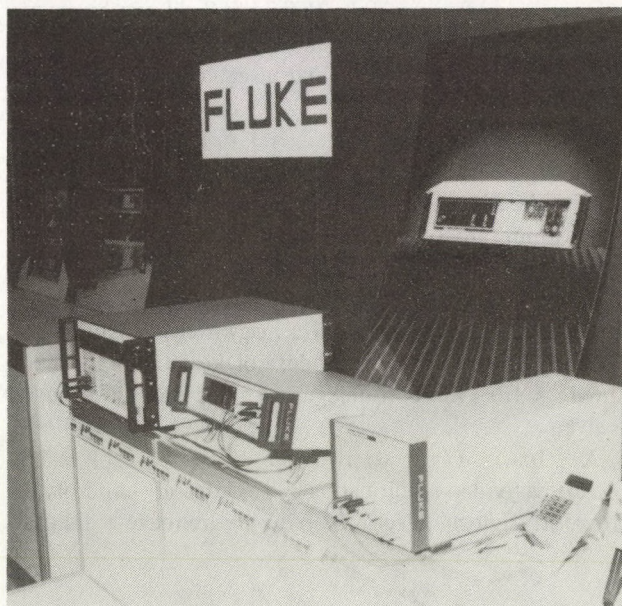




készült videofilmet is megtekinthették a résztvevők. *Hewlett Packard*. Az analitikai fórumon gázkromatográfiás műszereket és új integrátorokat ismertettek. *Beckman Industrial* folyamatellenőrző műszereivel szerepelt. *Tectra AG* nagy pontosságú elektronikus tesztműszereit mutatta be. *AMTEST* kereskedő cég a *FLUKE* műszergyár elektronikus kalibráló készülékeit ismertette. *Schlumberger* elektronikai hálózati analízatorait mutatta be. *Sony* négy napos műszerbemutatóján modern videoberendezéseket (pl. vízalatti kamerát), HIFI tornyait, valamint fényképezési eszközeit mutatta be.

#### UNIDO látogatások

Az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálatára több éve élénken érdeklődnek külföldi — főleg a fejlődő országokban dolgozó — a műszerügyi kérdésekben illetékes szakemberek. Az elmúlt években megvalósult közvetlen és alkalmasszerű kapcsolatfelvételt követően mindinkább szükségessé vált a tapasztalatainkat, ismereteinket átvenni kívánó országok érdekében is — e kapcsolatok szervezeti formában történő ápolása. Ennek a megfontolásnak jegyében került sor az UNIDO (ENSZ Iparfejlesztési Szervezete) tisztségviselőnek látogatására. 1986-ban Szolgálatunknál tett tájékoztató látogatást *L. Biritz* helyettes igazgató és *Dr. C. Gürkök*.



E látogatások a Szolgálatnak az UNIDO programokba való bekapcsolódását készítették elő.

#### 1986-ban a Kutatófilm Osztály által készített filmek

A Központi Bányászati Kutatóintézet megbízásából egy szennyvízderítő torony robbantással történő bontásánál készült 8 perces film, amely bemutatja a robbantási technológiát, lassított felvételeken a torony robbantását.



A VI–DOK GMK megrendelésére jéggömb robbantásokról készítettünk lassított felvételekkel filmet.

A Vasúti Tudományos Kutató Intézet megbízást kapott az Osztrák Vasutak által forgalmazott kamion szállító vasúti kocsik Magyarországon történő üzembehelyezésének vizsgálatára. A kocsik a hagyományostól eltérően lényegesen kisebb kerekkel készülnek, ezért felmerült annak a veszélye, hogy a Magyarországon gyakran alkalmazott ún. „Angol” váltókon a kocsik könnyen kiskílnak. A Kutató Intézet futópróbákat végzett ezeken a váltókon és a kísérleteket 3 irányból nagysebességű kamerákkal filmeztük. A felvételeket a szakemberek értékelték és megállapították, hogy a jármű üzembiztosan haladhat át a magyarországi váltókon is.

Az Autóipari Kutató és Fejlesztő Vállalat végzi hazánkban az autóbuszok dinamikai vizsgálatát. Megrendelésük alapján nagysebességű filmfelvevőkkel ütközés közbeni állapot-megfigyeléseket végeztünk.

1986-ban is végeztünk a VEIKI-nek íves zárlati vizsgálatokat. Most is transzformátor állomások tűz és robbanás vizsgálatát végeztük 3 kameraállásból.

A Közlekedési és Dokumentációs Központ Filmstúdiójával első ízben sikerült kooprodukciós együttműködést kialakítanunk. Ennek eredményeként három közlekedésbiztonsági kisfilmet készítettünk.

Az MTA KFKI és az MTA Kutatófilm Alap közös finanszírozásában készítettünk két kutatófilmet az atomerőművek üzemzavarainak elhárításáról, illetve biztonságos működtetéséről. A filmek korábbi (1985-ös) munkáink ismételései, korszerűbb biztonságtechnikai technológiák felhasználásával.

A Kutatófilm Alap segítségével és a Nehézipari Műszaki Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszékének közreműködésével készítettünk egy Lézer-holográfia című filmet, amelyben a módszert feszültség-ábrák készítésére és vizsgálatára használják fel.

Az Egészségügyi Minisztérium Szervezési és Információs Központja megbízásából a magyar egészségügy szervezeti felépítéséről és működéséről készítettünk videofilmet. A film külföldi delegációk részére készült, angol nyelven.

Az Ipari Távoktatási Leányvállalat megbízásából készült a video-stúdióban egy oktatással kapcsolatos program. Egy tényleges és nem megrendezett tanórát

rögzítettünk és a szakemberek ezt az órát utána saját szempontjaik alapján használják fel oktatási célokra.

### **„Kutatófilm Alap” létesült**

Az akadémiai kutatóhelyek szakmai munkájának támogatására, a kutatási eredmények színvonalas ismertetésére „Kutatófilm Alap” létesült, amelyet az MTA MMSZ kezel.

Az Alap célja: a kutatások – ezen belül elsősorban a kiemelt kutatások – kutatófilm-eszközökkel történő segítése. Az Alap anyagi eszközei felhasználhatóak, ahol a kutatás menete, eredményei szükségessé vagy lehetővé teszik a kutatás tárgyának, módszereinek filmtechnikai eszközökkel – esetenként különleges filmtechnika alkalmazásával – történő reprodukálását, dokumentálását.

A kutatófilmek elkészítését az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat Országos Kutatófilm Központ végzi. A támogatás a számla összegének 50%-a.

Az Alap igénybevételeinek részleteiről az Akadémiai Közlöny 1987. január 16-i számában jelent meg tájékoztató.

### **A műszerkölcsonzés támogatásáról**

A műszerkölcsonzés lehetőséget ad a rövid időre szükséges, általános célú műszerek beruházás nélküli használatára, ami jelentős népgazdasági megtakarítást eredményez. A kutatóhelyek mérési feladatainak megoldását elősegíti az MMSZ műszerparkjának igénybevétele. Ezért az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat és az MTA Központi Hivatala elhatározta, hogy a kutatóhelyek kölcsönzési lehetőségeinek javítása érdekében részükre – kísérleti jelleggel – külön támogatást nyújt.

A támogatás az MMSZ-től kölcsönzött műszerek, kutatási eszközök kölcsönzési alapdíjának 50%-a abban az esetben, ha a kölcsönzött műszer állami költségvetési támogatásból, TKA-ból, OTKA-ból finanszírozott kutatáshoz kerül felhasználásra és az igénybevétel időtartama a 6 hónapot nem haladja meg.

A támogatás igénybevételeinek részleteiről az Akadémiai Közlöny 1987. január 16-i száma ad tájékoztatást.



# Kétszeres az Ön logikai analízis lehetősége!

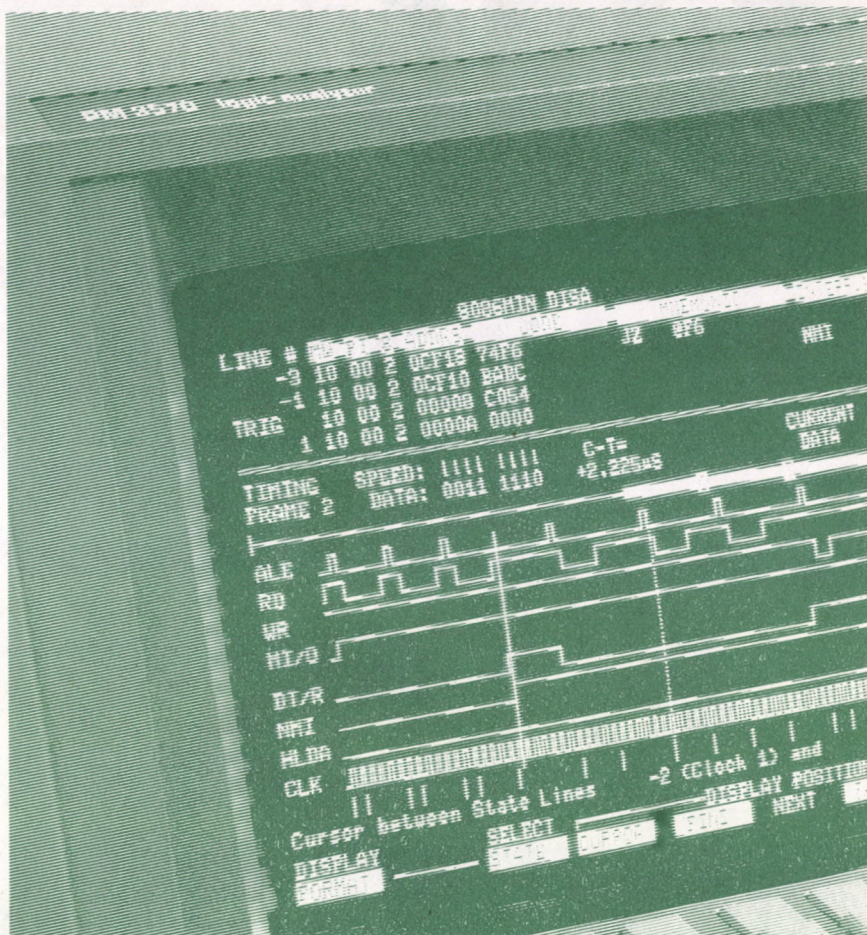
Az új PM 3570 Logikai Analizátor jellemzője az osztott képernyős üzemmód, mely lehetővé teszi az időben összetartozó állapot és időzítés vizsgálatát egészen 115 csatornákig.

- **83 állapot és 32 idő-csatorna** időkorrelált vizsgálata 400 MHz-ig, vagy mind a 115 csatorna állapot vizsgálata – mindez igazi újdonság.

- **Mikroprocesszor vezérlés** 8, 16 és 32 bites rendszerek analizésére, továbbá az adapterek széles választéka 40, 48 és 64 lábú DIL, 68 és 114 csatlakozási pontú lábrácsos, valamint 68 csatlakozási pontú lábmentes eszközökhez.

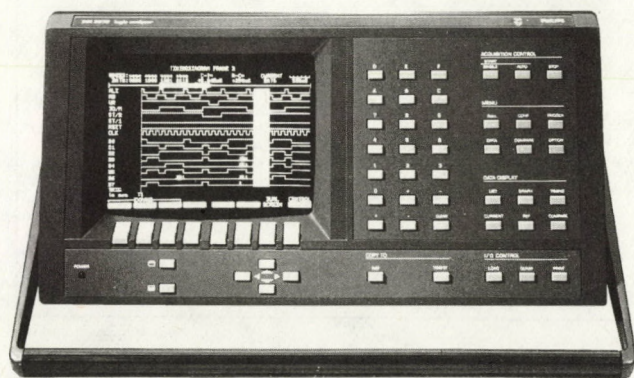
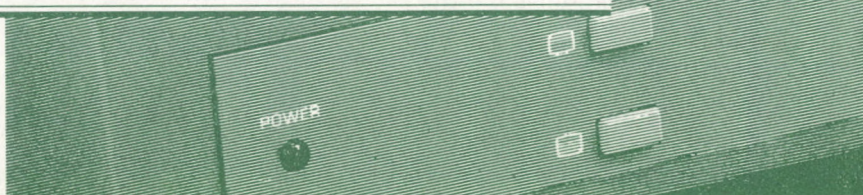
- **Egyszerű kezelhetőség** (softkey), nem felejtő memória a készülék beállítási és mérési adataira.

- **Szavatolt minőség** a technológiában, a műszaki színvonalban, a minőségben és a szervizellátásban, mert a PM 3570 a világ egyik legnagyobb elektronikai cégének hatalmas erőforrásaira támaszkodva készült.



## Ellenőrizze a különbséget!

Egy szerényebb tudású változat a PM 3565 mely 75 csatornás, 59 állapot és 16 idő-csatorna vizsgálatára 300 MHz-ig.



További információkat ad Önnek:

**PHILIPS Export B.V.**

**Industrial and Electro-acoustic Systems Division**

I & E Export, Building HBS

5600 MD Eindhoven, The Netherlands

Tel.: +31 40 756785 Telex: 35000 phtc nl

Szervizképviselőnk:

**MTA MMSZ Philips Szerviz**

Budapest XI. Szakasits Árpád út 59-61.

Telefon: 66-23-66 Telex: 22-5114

Levél cím: Budapest, Pf. 58. 1502



**Test & Measurements**

**PHILIPS**



# AN 10000

röntgensugaras mikroanalízis rendszer



- A számítógép hardver a legújabb technológiával lett kialakítva
- 20 Mbájtos Winchester-diszk
- Nagy sebességű (20 MHz-es) CPU rendszer
- Gyors adatszámolás a kvantitatív röntgensugar mikroanalízis számára
- Felhasználó által módosítható szoftver
- Kiváló Si(Li) spektrométer
- Nagyfelbontású színes képernyő az eredmények bemutatására

**EZ AZ A RÖNTGENSUGARAS  
ANALIZÁTOR, AMELYET ÖN  
VÁRT!**

**LABCO**  
Gesellschaft m.b.H.

*További információért forduljon:*

LABCO Gesellschaft m.b.H.  
Scientific Instruments  
A-3013 Pressbaum, Austria  
Dr.-Trittemmel-Gasse 8  
Telex 135694 labco a  
Telefon (0) 22 33 - 38 38

*Szervizképviselőt:*

MTA MMSz Szervizképviselői Főosztály  
Budapest, XI. Szakasits Árpád út 59/61.  
Telefon: 662-366\*, Telex: 225114  
Levélcím: Budapest, Pf.58, 1502.



# GraphiPlot típusú A1-es méretű digitális vezérlésű dob-plotter



A GraphiPlot berendezés nagyméretű CAD rajzok készítésére szolgáló, digitálisan vezérelhető rajzgép.

A berendezés a grafikus parancsokat szabványos V24 (RS 232C) interfészen keresztül kapja. A beérkező parancsokat a mikroprocesszoros vezérlésű elektronika tárolja, a benne levő program alapján értelmezi és előállítja a rajzoló mechanika működtető jeleit. A toll pozicionálása léptető motorokkal, emelése mágnessel történik.

A készülék különleges szolgáltatásai:

- minden funkcióra kiterjedő öntesztelés
- üres rajzpapírt befogadó szabadon futó henger
- megbízható működés (állandó erővel feszített heveder, könnyű szervizelhetőség, stb.)

## A berendezés összetétele

1. **Elektronika.** Az elektronika egységbe a következők tartoznak:

- tápegység,
- ventilátor,
- vezérlő elektronika: mikroprocesszoros, vezérlő interfész és meghajtó áramkörökkel. Ez fogadja a helyzetérzékelő és a kezelő pult jeleit is. Az interfészen keresztül a plotter többek között csatlakoztatható az IBM XT, AT illetve ezekkel kompatibilis gépekre épülő CAD/CAM rendszerekhez.

2. **Mechanika.** Az X irányú tollmozgatást egy végtelenített rugalmas hevederbe szerelt tollszár végzi. A hevedert léptetőmotor mozgatja. Az Y irányú papírmozgást léptetőmotorral hajtott henger végzi dörzshajtással.

A toll emelése mágnessel történik.

A mechanikán találhatók a kezelőgombok is, amelyek az egyes tevékenységek és üzemmódok kiválasztására szolgálnak.

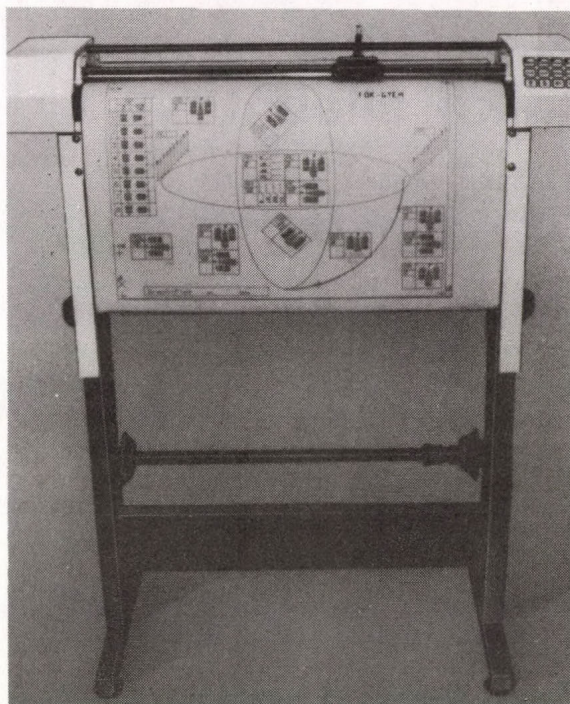
3. **Állvány.** A plotter hordozására szolgál, azonkívül tartalmaz egy szabadon futó hengert az üres papírtekerészére.

## MŰSZAKI ADATOK

### 1. Rajzadási adatok

Rajzadási terület:	362,5x537,5 mm
	537,5x775 mm
	537,5x850 mm

Rajzadási sebesség	
tengelyirányban:	75 mm/s
átlósan:	115 mm/s



Lépésméret:	0,125 mm
Visszaállítási pontosság:	0,375 mm
Pontosság:	±0,35% a teljes rajzfelületre

### 2. Interfész = V24 (RS 232C)

Csatlakozó típusa:	DB-25P
Adatformátum:	7 adat
	1 paritás
	2 STOP
Használt áramkörök:	101(PG), 102(SG), 103(TD), 104(RD), 105(RTS), 106(CTS), 107(DSR), 108(DTR)
Sebesség:	300 ... 9600 Bd
Kábelhossz:	9600 Bd-nál max. 25 m

### 3. Környezeti feltételek

Működési hőmérséklettartomány:	+5°C – +35°C
Relatív páratartalom:	20%–80%
Tápfeszültség:	220V ± 15% 50 Hz
Teljesítményfelvétel:	120 W
Rázásállóság:	0,25G (5–100 Hz)

### 4. Programnyelv:

DM/PL

### 5. Plotter parancsok: a DM/PL előírások szerint.

#### 5.1. Vektor parancsok:

- nulla helyzetbe állás,
- egyenes vonal abszolút koordinátákkal,
- egyenes vonal relatív koordinátákkal,
- mozgás felemelt tollal abszolút koordinátákkal,
- mozgás felemelt tollal relatív koordinátákkal,
- vonal típus választás.



#### 5.2. Karakter parancsok:

- karakterkészlet választás,
- szimbólum,
- karakter méret beállítása,
- karakter irány beállítása,
- álló vagy dőlt karakter választása.

#### 5.3. Speciális parancsok:

- koordináta tengelyek rajzolása,
- hálózat,
- kör, körív,

- forgatás,
- tükrözés,
- nagyítás,
- kicsinyítés,
- többszörös vonalhúzás.

#### 6. Működési módok:

- plotter,
- önteszt.

#### 7. Méretek

Állvány nélkül: 900x260x155 mm

## LSA- 32 logikai állapot analizátor

FOK-GYEM gyártmányú Logikai állapot analizátor mikroprocesszoros és szinkron rendszerek funkcionális vizsgáló műszere, felhasználható bármely digitális rendszer, kombinációs hálózat, szekvenciális hálózat, sínrendszer működésének tesztelésére.

A készülék szolgáltatási az alábbiak:

- a bemenetekre kapcsolt jeleket logikai „0” és „1” megkülönböztetéssel kvantálja max. 10 MHz óra-frekvenciával;
- a kvantálást a készülék külső (EXT), vagy belső órajel hatására végzi el, az órajel homlokélénél;
- a 32 bemeneti csatornán érkező TTL, ECL stb. szintű impulzussorozatból a készülék a kiválasztott logikai állapot sorozat szakaszt tárolja, saját display egységén megjeleníti.

A jelfelvételi tár hossza 1024 bit csatornánként.

A készülék kialakítása a triggerelési lehetőségek szempontjából optimális. A felhasználó bármely programhurokban fellelhető hardware vagy software hibát könnyen be tud határolni. Kiemelendő trigger funkci-

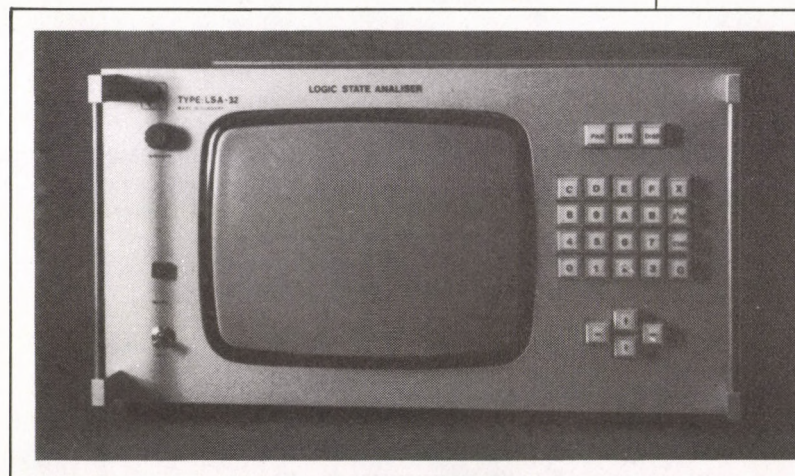
ók: trigger számlálás, „OR” trigger, szekvenciális trigger, „RANGE” trigger, EXT trigger és programozható TRIGGER DELAY.

A készülék 8 bemeneti csatornán glitch-figyelő és memorizáló áramkörrel rendelkezik, így az egyes óra-intervallumokon belüli nem kívánt impulzusok, hazárdok, többszörös jelátmenetek kimutathatók. A tárolt jelsorozat a beépített display egységen megjeleníthető. Lehetséges a tárolt szavak, állapotok kijelzése bináris, hexadecimális, decimális formában. A mérés, jelfelvétel körülményeinek, a megjelenítés módjának előírására klaviatúra szolgál.

A display egységen megjelennek a jelfelvétel, a trigger, időmérés, címmegjelenítés stb. lehetséges feltevélei, s a felhasználó a megfelelő nyomógomb lenyomásával közli döntését.

A készülék bemeneti pontjai tetszőleges hálózatok, integrált áramkörök kivezetéseire könnyen csatlakoztathatók, mini mérőfejek segítségével.

A bemeneti egység széles komparálási tartományt, nagy bemeneti érzékenységet, kis terhelést biztosít a felhasználó számára. A vizsgálandó logikai hálózatnak, rendszernek a specifikált környezetben működnie kell. A megfelelő működésről a felhasználó gondoskodik. A vizsgálandó hálózatra kapcsolt berendezés képernyőjén megjelenített adatok segítségével könnyen nyomonkövethető a vizsgált eszköz helyes, vagy rossz működése.



**FINOMMECHANIKAI ÉS ELEKTRONIKUS MŰSZERGYÁRTÓ SZÖVETKEZET**

1222 Budapest, Nagyterényi út 100–102.

Telefon: 385-922 Levélcím: 1775 Bp. Pf.: 69 Telex: 22-60-34

Részletes felvilágosítással szolgál az ÉRTÉKESÍTÉSI OSZTÁLY a fenti telefonszámon ill. telexszámon.



# SZIGETELÉSVIZSGÁLÓK ÁRAMVÁLTÓK

A GANZ MŰSZER MŰVEK EKM Gyára jelentős múltra tekinthet vissza a villamos műszergyártás területén. Gyártmányai bel- és külföldön egyaránt keresettek. Ezt az eredményt a gyártmányok fejlett technikai szinten való tartásával, minden tekintetbeni korszerűsítésével tudta elérni.

A technikai fejlődés figyelemmel kísérése, a felhasználói igények kielégítésére való törekvés újabb és újabb feladatok megoldását teszi szükségessé. A nagyfeszültségű mérés technikában egyre nagyobb igény mutatkozott a nagyfeszültségű szigetelésvizsgálókra. Elsődleges követelmények a könnyű kezelhetőség, valamint a hordozható, kisméretű kivitel voltak.

Ezek szellemében kerültek kifejlesztésre XS-1000, valamint az XS-5000 típusú nagyfeszültségű telepes szigetelésvizsgáló készülékek.

Az **XS-1000 típusú készülék** alkalmas hálózatok és berendezések szigetelési ellenállásának, valamint nagyértékű Ohm-os ellenállások közvetlen mérésére. Főbb alkalmazási területe: új berendezések és hálózatok első üzembehelyezés előtti vizsgálata, valamint a már meglevő berendezések és hálózatok szigetelési ellenállásának ellenőrzése.

A műszer széles körű alkalmazhatóságát biztosítja a négyféle mérőfeszültség, ami lehetővé teszi különfé-

le névleges feszültségű berendezések szabványok szerinti vizsgálatát.

Kisfeszültségű Ohm-mérőként is alkalmazható pl. áramkörök folytonosság vizsgálatára, mivel a műszer közvetlen leolvasású ellenállásmérő, így a mérést ismert feszültségnél történő árammérésre vezeti vissza.

A műszerház esztétikus megjelenésű, betolható hordfüllel rendelkezik. Áttekinthető, szervizmunkákat megkönnyítő nyomtatott áramkörös felépítésű. A mérőmű feszített szál, rázásbiztos, surlódásmentes, 110 mm hosszú, tűkoralátétes skálával rendelkezik. Az összes méréshatár egyetlen kapcsolóval választható ki. A telepek számára a műszer hátlapja felőli részben van kialakítva a hely.

## ● A műszer fontosabb műszaki adatai

Névleges mérőfeszültségek: 100, 250, 500 és 1000 V

Pontossági osztály: 1,5

Méréstartomány: 0...10000 MΩm-ig, ill. 0...500 kΩm-ig szakadásvizsgálóként

Tápfeszültség: 6 db 1,5 V-os IEC R 15 típ. botelep, vagy hasonló méretű hosszú élettartamú elem.

Próbafeszültség: 3 kV<sub>eff</sub> 50 Hz

Méret: 205x128x100 mm

Tömeg: kb. 1,5 kg

Az **XS-5000 típusú szigetelési ellenállásmérő készülék** tökéletesen megfelel nagyfeszültségű hálózatok és berendezések üzembiztonságának ellenőrzésére. Az ide vonatkozó szabványok pontosan rögzítik a követelményeket, melyeknek ez a készülék maradéktalanul eleget tesz.

Főbb alkalmazási területe: 1–2,5–5 kV feszültségű légvezetékek és kábelek, villamos vasúti berendezések, transzformátorok, generátorok, távközlési összeköttetések, kondenzátorok és szigetelőanyag gyártmányok ± 1,5% pontosságú szigetelési ellenállás mérésére.

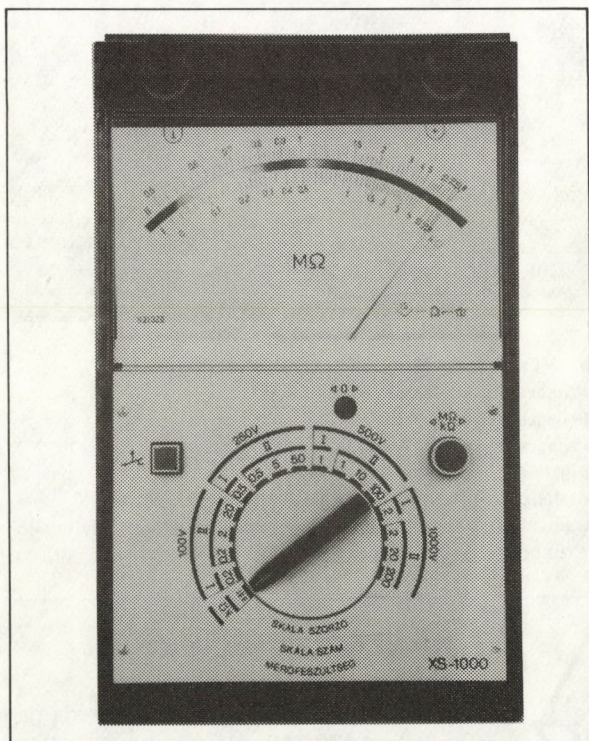
Poliészter lakkozású fadobozba elhelyezett rázásálló kivitelű műszer alkalmas laboratóriumi és üzemi mérések mellett terepen történő mérésre is.

Az XS-5000 típ. szigetelésvizsgáló műszer közvetlen leolvasású ellenállásmérő, mely a mérést ismert feszültségnél történő árammérésre vezeti vissza. Villamosan a műszer két fő részből áll:

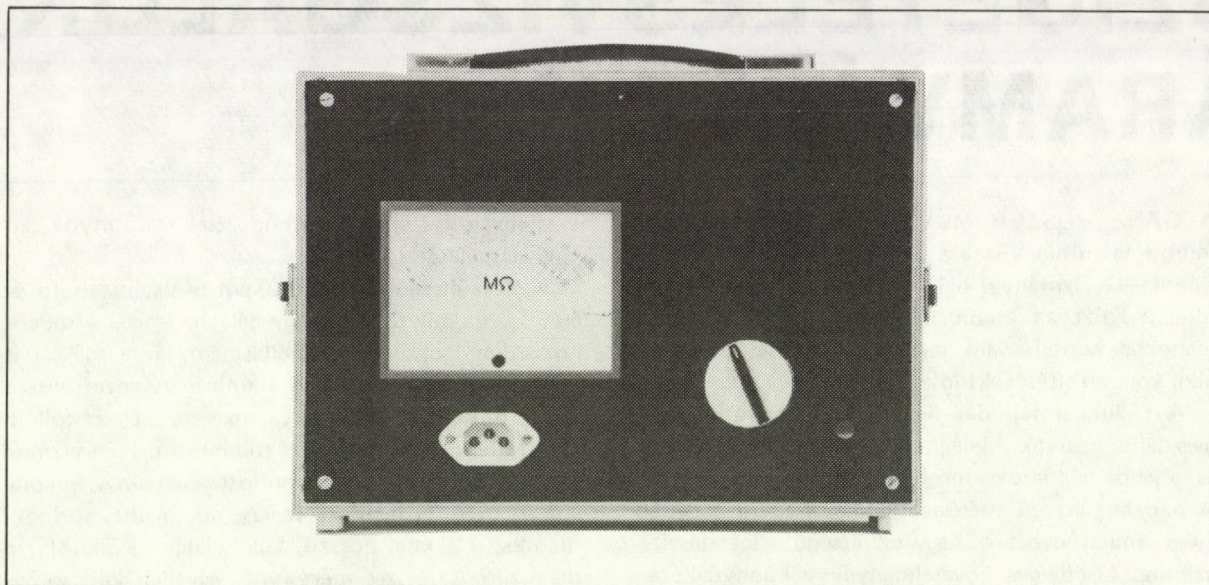
- a mérőfeszültséget előállító átalakítóból
- a mérőkörből.

A stabil mérőfeszültséget félvezetős DC–DC átalakító állítja elő. A DC konverter az impulzusszélesség modulációs elv alapján működik.

A műszer hordfüllel ellátott hordozható fadobozban helyezkedik el. A fedél eltávolítása után hozzáfér-







hetővé válnak a kezelőszervek. Áttekinthető, a szervizmunkákat megkönnyítő nyomtatott áramkörös felépítésű. A mérőmű csúcscsapágyas, rázásálló kivitelű. Az összes méréshatár egyetlen kapcsolóval választható ki. A doboz hátsó részén kívülről nyitható rekeszben helyezhetők el az akkumulátorok.

● **Műszaki adatok**

Névleges mérőfeszültségek: 1000, 2500 és 5000 V.  
Pontossági osztály: 1,5  
Méréstartomány: 0...50000 MOhm-ig  
Tápfeszültség: 8 db RSM 4 típusú NiCd akkumulátor  
Méret: 225x315x125 mm  
Tömeg: kb. 6 kg

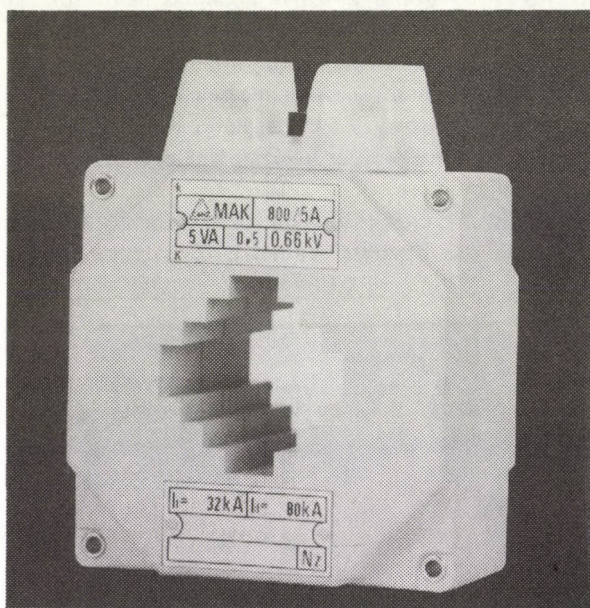
A GANZ MŰSZER MŰVEK EKM Gyára a közelmúltban nem gyártott áramváltókat. Ezt a hiányosságot, ill. felhasználói igényt igyekszik pótolni az alábbiakban ismertetett újfejlesztésű áramváltók gyártásával.

A **MAK ill. MAK-1 típusú áramváltó** egyaránt alkalmazható minden táblába, készülékbe építhető, kézi- és asztali műszerhez. A formatervezett műanyagtokba szerelt áramváltók névleges primer árama MAK típus esetében — 50 A-tól 1000 A-ig, MAK-1 típus esetében — 5 A-tól 200 A-ig készülnek, plombálható kivitelben.

A névleges primer áramhoz tartozó teher MAK típusnál 100 A-ig: 1 VA, 120–200 A-ig: 2 VA, 250 A-nál: 5 VA, 300–1000 A-ig: 15 VA. A MAK-1 típusnál a teljes méréshatár sorhoz tartozó teher: 10 VA, ill. 15 VA (rendelés szerint).

A MAK típus áramvezető sínre fűzhető, úgynevezett sínáramváltó. A MAK-1 primer tekercsű áram-

váltó kábeles csatlakozáshoz alkalmazható. A sínáramváltó (MAK) külső körvonal méretei: 106x84x48 mm. A sín befogadására alkalmas rés méretei: 11,21,31,41 mm. Pontossági osztály: (MAK) 120 A-ig: 3, 150–300 A-ig: 1, 400–1000 A-ig: 0,5.



● **Műszaki adatok mindkét típusra vonatkozóan**

Névleges primer feszültség: 0,66 kV  
Névleges frekvencia: 50 Hz  
Névleges szekunder áram: 5 A  
Szigetelési feszültség: 3 kV<sub>eff</sub> 50 Hz, 1 perc  
Általános követelmények az MSZ 1577–83 szerint.  
Áramváltók kapcsolótáblára vagy falra szerelhető kivitelben készülnek.

A GANZ MŰSZER MŰVEK EKM Gyárának termékeit a MIGÉRT forgalmazza:

**MIGÉRT Villamos Osztály**

Budapest, VI. ker. Bajcsy-Zsilinszky u. 37.

Tel.: 318-156



**GANZ MŰSZER MŰVEK**

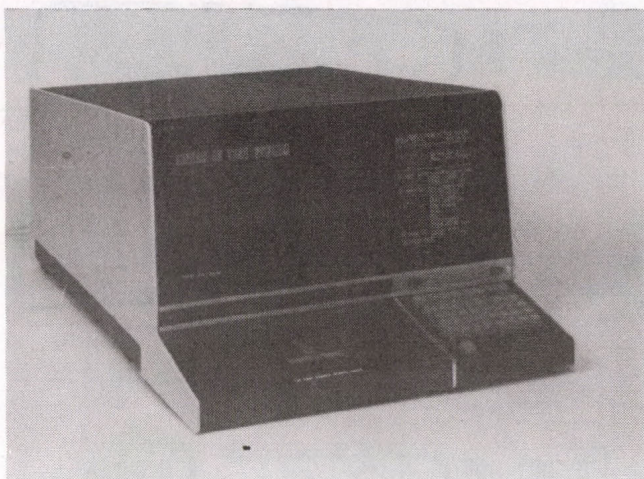
**EKM Gyára**

1191 Budapest, Vörös Hadsereg útja 64.

Tel.: 470-740

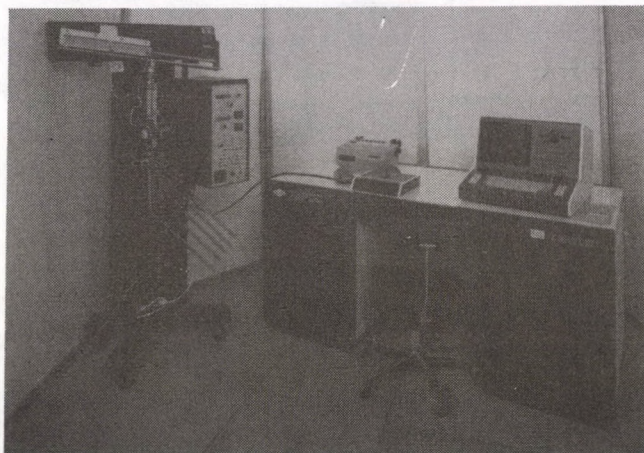
Telex: 22-4395





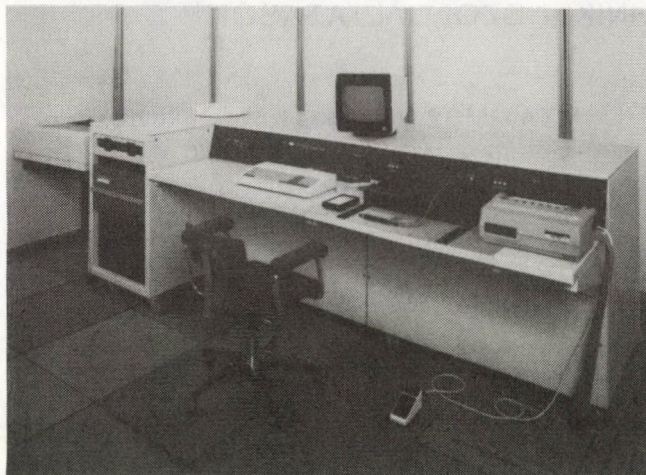
### — Type **19680** LINEÁRIS IC VIZSGÁLÓ RENDSZER

Automatikus mérés, öt csoportba osztályozás  
Interaktív programozás  
Széles körű interfész-kiépítés: IEC bus, soros-,  
printer interfész, tape, handler  
80 különböző eszköz mérőprogramja gyárilag  
tárolva, a programok védettek, de könnyen  
cserélhetők  
Nagyméretű display a vezérlési feltételek, határ-  
adatok és mérési eredmények ábrázolására



### Type **19700** DIGITÁLIS LSI, VLSI INTEGRÁLT ÁRAMKÖR MÉRŐ

64 pin, DC parametrikus és funkcionális teszt,  
5 MHz sebesség, 500 ps mérési idő pontosság  
LSI memória teszt, mikroprogramozott pattern  
processzorral RAM 156 K x 8 bit, ROM,  
PROM, EPROM, EAPROM 32 K x 8 bit  
Katalógus és semi-custom, custom LSI eszkö-  
zök tesztje speciális pattern programnyelv  
Diszk operációs rendszer alatt futó ATLSI ma-  
gasszintű mérésorientált programnyelv  
Integrálható CAD, CAT, CADMAT rendszerek-  
be  
Széles körű önellenőrző és önhibeletesítő tesztek,  
automatikus adagoló, szeletmérő csatlakozás



### Type **19400** IN CIRCUIT TESTER

Szerelt nyomtatott áramköri kártyák in circuit  
és korlátozott funkcionális vizsgálata  
In circuit vizsgálat: zárlat-szakadás ellenőrzés,  
hiányzó, hibás vagy véletlenül beültetett al-  
katrészek felderítése  
— Integrált áramkörök működőképességének el-  
lenőrzése analóg eszközöknél guard, digitális  
eszközöknél backdriving módszerrel  
Mérhető áramköri csomópontok száma: max.  
1024 analóg vagy max. 960 digitális ill.  
480 hibrid + 32 analóg  
Automatikus teszt generáló szoftver (ATG)  
Digitális és analóg működésellenőrző progra-  
mok  
Széles körű perifériális kiépítés, bővítési lehetősé-  
g, IEC 625 interfész  
A kártyák bemérési, javítási idejét és költségét  
nagymértékben csökkenti



GYÁRTJA:

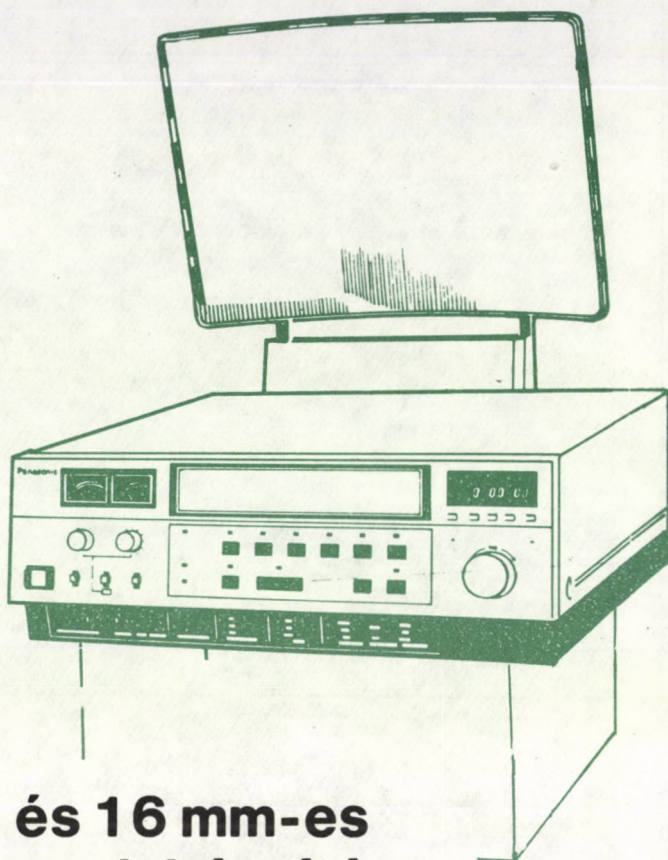
**ELEKTRONIKUS MÉRŐKESZÜLÉKEK GYÁRA**  
1163 Budapest, Cziráky u. 26-32.  
Telefon: 837-950, Telex: 22-4335



Szívesen látjuk Önöket is  
megbízóink sorában!



Kutató-, kutatást fejlesztő,  
oktató, betanító és  
referenciafilm



## Video- és 16 mm-es filmprogramok készítése

hangosítása

ESZKÖZTECHNIKAI SZOLGÁLTATÁSOK

**MTA MMSZ Országos Kutatófilm Központ**

Budapest XI., Szakasits Árpád út 59–61.

Telefon: 450-196, 662-366

Telex: 226936 akamu h





# A MŰSZERKÖLCSÖNZÉS VILÁGTENDENCIA!

Nálunk gazdagabb országokban is terjed a kölcsönműszerek használata, mert

- nincs szükség nagyösszegű beruházásokra
- ellenőrzött műszer azonnal rendelkezésre áll
- használat után további fenntartási költség nincsen
- tartós használat esetére lízing lehetőség van

**SOK VALUTA HELYETT  
KEVÉS FORINTÉRT KAPHAT**

**PONTOS MŰSZERT**

**HA NEM VÁSÁROLJA MEG, HANEM  
KÖLCSÖNZI  
az időszakosan használt precíziós  
MÉRŐMŰSZEREKET**

KUTATÓK, FEJLESZTŐK, GYÁRTÓK!

- RÖVID HATÁRIDŐS TÉMÁKHOZ,
- BERUHÁZÁS ELŐTTI KIPRÓBÁLÁSHOZ,
- HIBÁS KÉSZÜLÉKEK JAVÍTÁSÁNAK IDEJÉRE,
- MEGLEVŐ MŰSZEREK PONTOSSÁGÁNAK ELLENŐRZÉSÉRE,
- RITKÁBBAN ELŐFORDULÓ MÉRÉSI FELADATOKHOZ

KÜLÖNÖSEN ELŐNYÖS A

**KÖLCSÖNMŰSZEREK** használata!

Kérje ingyenes KÖLCSÖNMŰSZER JEGYZÉKÜNKET!

FELVILÁGOSÍTÁS, IGÉNYBEJELENTÉS:

450-903 vagy a 662-366/176 telefonon

kérje Boross Gézánét vagy Görgényi Lászlót,

vagy személyesen: MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA  
MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI FŐOSZTÁLY

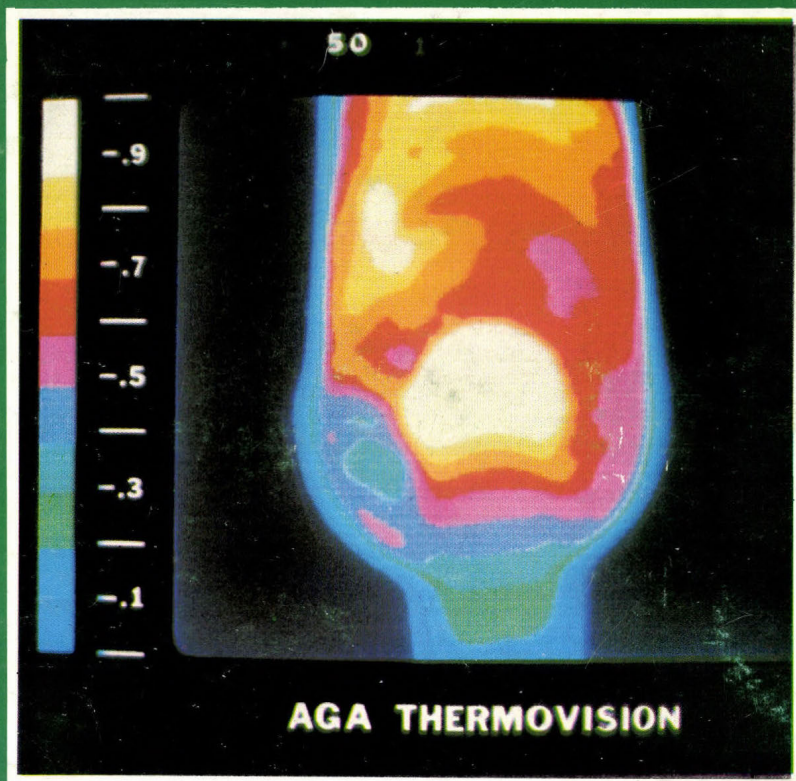
Budapest XI., Szakasits Á. út 59–61. I. em. 107. szoba

Postacím: 1052 Budapest, Pf. 58.





# infratechnika



A kibővített AGA THV 750 típusú rendszerünkkel állunk rendelkezésre, a hősugárzás  $2 \dots 5,6 \mu\text{m}$  hullámhosszúságú tartományában készített infraképpel, az izotermák „láthatóvá tételével”, hőmérséklet-kalibrációval.

Mérhető hőmérséklet-tartomány:  $-20 \dots +2000^\circ\text{C}$

A megkülönböztethető legkisebb hőmérséklet különbség:  $0,2^\circ\text{C}$

Egyidejűleg 10 hőmérsékleti lépcső megkülönböztetése

Látószög:  $7^\circ$ ,  $20^\circ$  és  $40^\circ$

Állandó és változó hőállapot vizsgálata

Hőforrások, anyaghibák, anyagszerkezeti eltérések kimutatása

Karbantartási diagnosztika

Más (pl. rezgés, tenzometriai) diagnosztikai módszerekkel kiegészített vizsgálatok

Légi felvételek készítése az infra- és a látható kép együttes megjelenítésével

Közreműködés orvosdiagnosztikában

Szakvélemény készítése



**MTA MMSZ**  
**MŰSZERTECHNIKAI FŐOSZTÁLY**

Budapest XI. Szakasits Á. út 59–61.

Levélcím: Budapest, Pf. 58. 1502

Telefon: 662-366/223 v. 233 m.

Telex: 22-6936 akamu